叶兴阳Yeh

双语音标有声读物

叶兴阳

双音阅读英语教育创始人

双语音标阅读创始人

注音阅读英语教育之父

注音阅读英语教育之父

叶兴阳双语音标有声读物

双语对照 · 音标注音 · 有声同步

编者：*叶兴阳*

内容来源：*公共领域英文原著*

适用对象：*英语学习者、教师、研究者*

版本日期：*2025 年*

目录

共 3 个章节

1. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000001

2. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000002

3. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000003

使用说明

- 本目录为大字打印优化版本，正文字号 18pt，适合纸质阅读
- 电子版请访问对应 HTML 文件，支持语音播放功能
- 建议双面打印，左侧留白已优化，便于装订
- 章节标题已按字母顺序排列，便于快速查找

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第1/3页

['nju:kliə(r)] [klɒks]
Nuclear **Clocks**
核 时钟

核钟

[ðə; ði] [ˌʌndə'stændɪŋ] [ðə; ði]['ætəm]['sɪəri:z]
The **Understanding** **the** **Atom** **Series**
这 理解 这 原子 系列

了解原子系列

['nju:kliə(r)]['enədʒi] [ɪz] ['pleɪɪŋ] [ə; eɪ] ['vaɪt(ə)l] [rəʊl][ɪn][ðə; ði][laɪf][ɒv; əv] ['evri] [mæn] ,
Nuclear **Energy** **is** **playing** **a** **vital** **role** **in** **the** **life** **of** **every** **man** **,**
核 活力 是 玩耍 一个 必不可少的 角色 在 这 生活 的 每一个 男人 ,

核能在每个人的生活中都发挥着至关重要的作用。

['wʊmən] , [ænd; ənd][tʃaɪld][ɪn][ðə; ði][ju'naɪtɪd] [steɪts] [tə'deɪ] .
woman **,** **and** **child** **in** **the** **United** **States** **today** **.**
女士 , 和 孩子 在 这 团结的 各州 今天 .

如今美国的妇女和儿童。

[ɪn][ðə; ði] [j'iəz] [ə'hed] [ˌaɪ 'ti:] [wɪl] [ə'fekt] [ɪn'kri:sɪŋli] [ɔ:l][ðə; ði] ['pi:plz] [ɒv; əv][ðə; ði] [ɜ:θ] .
In **the** **years** **ahead** **it** **will** **affect** **increasingly** **all** **the** **peoples** **of** **the** **earth** **.**
在 这 年 前方 它 将要 影响 日益 全部 这 人民 的 这 地球 .

在未来的几年里，它将日益影响地球上的所有民族。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz] [ɪ'senʃ(ə)l] [ðæt] [ɔ:l] [ə'mɛrɪkənz] [geɪn][æn; ən] [ˌʌndə'stændɪŋ] [ɒv; əv] [ðɪs] ['vaɪt(ə)l] [fɔ:s] [ɪf]
It **is** **essential** **that** **all** **Americans** **gain** **an** **understanding** **of** **this** **vital** **force** **if**
它 是 基本的 那 全部 美国人 获得 一个 理解 的 这 必不可少的 力量 如果
[ðeɪ] [ɑ:(r); ə(r)][tu:; tə] [dɪs'tʃɑ:dʒ] ['θɔ:tfəli] [ðeə(r)] [rɪˌspɒnsə'bɪlətɪz] [æz; əz] ['sɪtəznz] [ænd; ənd] [ɪf]
they **are** **to** **discharge** **thoughtfully** **their** **responsibilities** **as** **citizens** **and** **if**
他们 是 到 释放 深思熟虑 他们的 职责 作为 公民 和 如果
[ðeɪ] [ɑ:(r); ə(r)][tu:; tə]['ri:əlaɪz] ['fʊli] [ðə; ði] ['mɪrɪəd] ['benɪfɪts] [ðæt] ['nju:kliə(r)] ['enədʒi] ['ɒfəz] [ðem; ðəm] .
they **are** **to** **realize** **fully** **the** **myriad** **benefits** **that** **nuclear** **energy** **offers** **them** **.**
他们 是 到 意识到 完全 这 无数 好处 那 核 活力 优惠 他们 .

所有美国人都必须了解这种至关重要的力量，这样他们才能认真履行公民责任，才能充分认识到核能带给他们的诸多好处。

[ðə; ði][ju'naɪtɪd] [steɪts] [ə'tɒmɪk] ['enədʒi] [kə'mɪʃ(ə)n] [prə'vaɪdz] [ðɪs] ['bʊklət] [tu:; tə][help][ju:; jʊ] [ə'tʃi:v]
The **United** **States** **Atomic** **Energy** **Commission** **provides** **this** **booklet** **to** **help** **you** **achieve**
这 团结的 各州 原子 活力 委员会 提供 这 小册子 到 帮助 你 达到
[sʌtʃ] [ˌʌndə'stændɪŋ] .
such **understanding** **.**
这样的 理解 .

美国原子能委员会提供这本小册子，以帮助您获得这种理解。

['edwəd] [dʒeɪ] . - , [də'rektə(r); daɪ'rektə(r)]
Edward **J** **.** **Brunenkant** **,** **Director**
爱德华 J . - , 导演

爱德华·J·布鲁嫩坎特，主任

[dɪ'vɪʒ(ə)n][ɒv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n]
Division **of** **Technical** **Information**
分配 的 技术的 信息

技术信息部

[juˈnaɪtɪd] [steɪts] [əˈtɒmɪk] [ˈenədʒi] [kəˈmɪʃ(ə)n]
UNITED **STATES** **ATOMIC** **ENERGY** **COMMISSION**
团结的 各州 原子 活力 委员会

美国原子能委员会

[ˈdɑːktər; draɪv] . [glen] [tiː] . [ˈsiːbɔːg] , [ˈtʃeəmən]
Dr **.** **Glenn** **T** **.** **Seaborg** **,** **Chairman**
博士 . 格伦 T . 西博格 , 主席

格伦·T·西博格博士，主席

[dʒeɪmz][tiː] . [ˈreɪmi]
James **T** **.** **Ramey**
詹姆斯 T . 拉米

詹姆斯·T·雷米

[ˈwɪlfrɪd] [iː] . [ˈdʒɒnsn]
Wilfrid **E** **.** **Johnson**
威尔弗里德 E . 约翰逊

威尔弗里德·E·约翰逊

[fræn'tʃɛskoʊ][koʊstɑːgliːoʊlə]
Francesco **Costagliola**
弗朗切斯科 科斯塔格利奥拉

弗朗切斯科·科斯塔格里奥拉

[baɪ] [ˈhenri] [fɔːl]
by **Henry** **Faul**
经过 亨利 福尔

作者：亨利·福尔

[ˈkɒntents]
CONTENTS
内容

内容

INTRODUCTION1
INTRODUCTION1
INTRODUCTION1

引言1

[ˈθɪəri] [ɒv; əv] [ˈnjuːkliə(r)] [eɪdʒ] DETERMINATION5
THEORY **OF** **NUCLEAR** **AGE** **DETERMINATION5**
理论 的 核 年龄 DETERMINATION5

核年龄测定理论5

[ðə; ði] [ˈkɑːbən] - - CLOCK9
THE **CARBON** **-** **14** **CLOCK9**
这 碳 - - CLOCK9

碳-14时钟9

[ˈkɑːbən] - - Counting12
Carbon **-** **14** **Counting12**
碳 - - Counting12

碳-14计数12

[ˈkɑːbən] - - Results15
Carbon **-** **14** **Results15**
碳 - - Results15

碳-14 结果15

[ðə; ði] [lɒŋ] - [lɪvd; ˈlaɪvd] CLOCKS19
THE **LONG** **-** **LIVED** **CLOCKS19**
这 长的 - 居住地 CLOCKS19

长寿的钟表19

[ðə; ði] [ruːˈbɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] Clock20

The	Rubidium	-	Strontium	Clock20
这	铷	-	锶	Clock20

铷锶钟20

[ðə; ði][juˈreɪniəm] ['fɪʃ(ə)n] Clock24

The	Uranium	Fission	Clock24
这	铀	裂变	Clock24

铀裂变时钟24

Plumbology27

Plumbology27

Plumbology27

管道学27

[ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] EARTH27

THE	AGE	OF	THE	EARTH27
这	年龄	的	这	EARTH27

地球的年龄27

[ˌænəˈlɪtɪk(ə)l] Techniques31

Analytical	Techniques31
分析	Techniques31

分析技术31

['mɪnərəlz] [ðæt] [kæn; kən][biː; bi] Dated34

Minerals	That	Can	Be	Dated34
矿物	那	能	是	Dated34

可测定年代的矿物34

[sʌm; səm] ['ɪntrəstɪŋ] RESULTS40

SOME	INTERESTING	RESULTS40
一些	有趣的	RESULTS40

一些有趣的结果40

[ðə; ði][əʊld][mæn][frɒm; frəm] Olduvai40

The	Old	Man	From	Olduvai40
这	老的	男人	从	Olduvai40

来自奥杜瓦伊的老人40

[ðə; ði][ˌdʒiːəˈlɒdʒɪk] [taɪm] Scale41

The	Geologic	Time	Scale41
这	地质	时间	Scale41

地质年代尺度41

[priːˈkæmbriən] Stratigraphy47

Precambrian	Stratigraphy47
前寒武纪	Stratigraphy47

前寒武纪地层学47

[ænd; ənd] [weə(r)] [duː; də][wiː; wi][gəʊ][frɒm; frəm][hɪə(r)] ? -

AND	WHERE	DO	WE	GO	FROM	HERE	?	48
和	在哪里	做	我们	去	从	这里	?	-

接下来我们该何去何从？48

GLOSSARY49

GLOSSARY49

GLOSSARY49

词汇表49

APPENDIX52

APPENDIX52

APPENDIX52

附录52

[sə'dʒestid] REFERENCES58
SUGGESTED **REFERENCES58**
建议 REFERENCES58

建议参考文献58

[ju'naɪtɪd] [steɪts] [ə'tɒmɪk] ['enədʒi] [kə'mɪʃ(ə)n]
United **States** **Atomic** **Energy** **Commission**
团结的 各州 原子 活力 委员会

美国原子能委员会

[dɪ'vɪʒ(ə)n][ɒv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n]
Division **of** **Technical** **Information**
分配 的 技术的 信息

技术信息部

['laɪbrəri][ɒv; əv] ['kɒŋgres] ['kætəlɒg][kɑ:d]['nʌmbə(r)] : - - -
Library **of** **Congress** **Catalog** **Card** **Number** **:** **67** **-** **60195**
图书馆 的 国会 目录 卡片 数字 : - - -

美国国会图书馆馆藏卡号：67-60195

- ; - ([rev] .)
1966 **;** **1968** **(** **Rev** **.** **)**
- ; - (牧师 .)

1966年；1968年（修订版）

[ə; eɪ] - , - - [jɪə(r)] - [əʊld]['beriəl][saɪt] ['bi:ɪŋ] [ʌn'kʌvəd] [ɪn][ðə; ði]['eəriə][ɒv; əv][ðə; ði]['æswa:n]
A **14** **,** **000** **-** **year** **-** **old** **burial** **site** **being** **uncovered** **in** **the** **area** **of** **the** **Aswan**
一个 - , - - 年 - 老的 葬礼 地点 存在 裸露 在 这 区域 的 这 阿斯旺
['rezəvwɑ:(r)][ɪn][su'dɑ:n; su'dæn] .
Reservoir **in** **Sudan** **.**
水库 在 苏丹 .

在苏丹阿斯旺水库附近，一处拥有14000年历史的墓葬遗址被发掘出来。

[tu:; tə] [dɪ'tɜ:mɪn] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] [sʌtʃ] ['eɪnʃənt] [rɪ'meɪnz] ,
To **determine** **the** **age** **of** **such** **ancient** **remains** **,**
到 决定 这 年龄 的 这样的 古老的 遗迹 ,

为了确定这些古代遗骸的年代，

[ˌɑ:kɪ'ɒlədʒɪsts] [sɜ:tʃ] [fɔ:(r); fə(r)] ['evri] [skræp][ɒv; əv][ə'səʊsieɪtɪd; ə'səʊʃieɪtɪd] [wʊd] [ɔ:(r)] ['tʃɑ:kəʊl] [ðæt]
archaeologists **search** **for** **every** **scrap** **of** **associated** **wood** **or** **charcoal** **that**
考古学家 搜索 为了 每一个 废料 的 联系 木头 或者 木炭 那
[kʊd; kəd][bi:; bi] [ju:st] [fɔ:(r); fə(r)][eɪdʒ] ['meʒəmənt] [ɒv; əv]['kɑ:bən] - - ,
could **be** **used** **for** **age** **measurement** **of** **carbon** **-** **14** **,**
可以 是 用过的 为了 年龄 测量 的 碳 - - ,

考古学家会寻找每一块可用于碳-14年代测定的相关木材或木炭碎片。

[wʌn][ɒv; əv][ðə; ði] “ ['nju:kliə(r)] [klɒks] ” [dɪ'skraɪbd] [ɪn] [ðɪs] ['bʊklət] . [wʌn]
one **of** **the** **“** **nuclear** **clocks** **”** **described** **in** **this** **booklet** **.** **1**
一 的 这 “ 核 时钟 ” 描述 在 这 小册子 . 1

这是本手册中描述的“核钟”之一。[1]

[baɪ] ['henri] [fɔ:l]
By **HENRY** **FAUL**
经过 亨利 错误

作者：亨利·福尔

[ˌɪntrə'dʌkʃn]
INTRODUCTION
介绍

介绍

[haʊ] [əʊld][ɪz][ə; eɪ] [rɒk] ?
How old is a rock ?
如何 老的 是 一个 岩石 ?

一块石头有多大年纪?

[haʊ] [əʊld][ɪz][mæn] ?
How old is man ?
如何 老的 是 男人 ?

人有多大年纪?

[haʊ] [əʊld][ɪz][ðə; ði] [ɜːθ] ?
How old is the earth ?
如何 老的 是 这 地球 ?

地球有多古老?

[ˌaɪ ˈtiː] [wʊd] [biː; bi] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə][faɪnd][ə; eɪ]['riːz(ə)n] [waɪ] ['eniwʌn] [wʊd] ['riːəli] [hæv; həv][tuː; tə]
It would be difficult to find a reason why anyone would really have to
它 会 是 难的 到 寻找 一个 原因 为什么 任何人 会 真的 有 到
[nəʊ] [ðə; ði] ['ɑːnsəz] [tuː; tə] [ðiːz] ['kwestʃənz] ,
know the answers to these questions ,
知道 这 答案 到 这些 问题 ,

很难找到任何人真的需要知道这些问题答案的理由。

[jet] [ðeɪ] [hæv; həv] [biːn] [ɑːskt] ['əʊvə(r)][ænd; ənd]['əʊvə(r)] [ə'gen] [sɪns] [ðə; ði] [dɔːn] [ɒv; əv]['hjuːmən]
yet they have been asked over and over again since the dawn of human
然而 他们 有 到过 问 超过 和 超过 再次 自从 这 黎明 的 人类
[sə'saɪəti] .
society .
社会 .

然而，自人类社会诞生以来，人们就一直反复提出这个问题。

[ðə; ði] ['rekɔːdz] [ɒv; əv] ['evri] [ˌsɪvəlaɪ'zeɪʃn] [dɪs'kləʊz] [ə'tempts] [tuː; tə] [delv] ['ɪntuː][ðə; ði][pɑːst] [bɪ'jɒnd]
The records of every civilization disclose attempts to delve into the past beyond
这 记录 的 每一个 文明 透露 尝试 到 深入探究 进入 这 过去的 超过
[ðə; ði] ['meməri] [ɒv; əv][ðə; ði]['əʊldɪst][mæn] ,
the memory of the oldest man ,
这 记忆 的 这 最老 男人 ,

每个文明的记录都揭示了人们试图探寻超越最古老人类记忆的过去的尝试。

[bɪ'jɒnd] [rɪ'kɔːdɪd] ['hɪstri; 'hɪstəri] , [bɪ'jɒnd] ['ɜːliɪst] ['ledʒənd] .
beyond recorded history , beyond earliest legend .
超过 记录 历史 , 超过 最早 传奇 .

超越有记载的历史，超越最早的传说。

[ˌkjʊəri'ɒsəti][ə'baʊt][ðə; ði] [rɪ'məʊt] [pɑːst] [meɪ] [biː; bi] ['veri] ['eɪnʃənt] ,
Curiosity about the remote past may be very ancient ,
好奇心 关于 这 偏僻的 过去的 可能 是 非常 古老的 ,

对遥远过去的好奇心可能由来已久。

[bʌt; bət][ðə; ði]['əʊnli][rɪ'laɪəb(ə)l] ['meθəd] [ɒv; əv] ['meʒərɪŋ] ['veri] [lɒŋ] ['ɪntərvlz] [ɒv; əv][taɪm][ɪz][njuː] .
but the only reliable method of measuring very long intervals of time is new .
但 这 仅有的 可靠的 方法 的 测量 非常 长的 间隔 的 时间 是 新的 .

但目前唯一可靠的测量超长时间间隔的方法是新方法。

[ðə; ði] [ˌpɒsə'bɪləti] [ɒv; əv] ['duːɪŋ] [səʊ] [bɪ'keɪm] [ə'pærənt] ['əʊnli]['ɑːftə(r)][ðə; ði] [dɪ'skʌvəri] [ɒv; əv]
The possibility of doing so became apparent only after the discovery of
这 可能性 的 正在做 所以 成为 明显 仅有的 后 这 发现 的
[ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti] [[wʌn]] [ɪn] - [baɪ]['henri] ['bekərel] ,
RADIOACTIVITY [1] in 1896 by Henri Becquerel ,
放射性 [1] 在 - 经过 亨利 贝克勒尔 ,

直到 1896 年亨利·贝克勒尔发现放射性[1]之后，这种可能性才变得显而易见。

[wen] [mə'ri:] [ænd; ənd] [pjeə] ['kjʊəri][ɪn] - ['rekəg'naɪzd] [ðæt] [sʌm; səm]['ætəmz][ɑ:(r); ə(r)][ˌreɪdiəʊ'æktɪv]
when Marie and Pierre Curie in 1898 recognized that some atoms are radioactive
什么时候 玛丽 和 皮埃尔 居里 在 - 认可 那 一些 原子 是 放射性
[ænd; ənd] [tʃeɪndʒ] [baɪ] [ðəm'selvz] ['ɪntu:]['ʌðə(r)]['ætəmz][æt; ət]['regjələ(r)][ænd; ənd] ['kɒnstənt] [reɪts] .
and change by themselves into other atoms at regular and constant rates .
和 改变 经过 他们自己 进入 其他 原子 在 常规的 和 持续的 利率 .
[ˌtu:'tu:]
2
2

1898年，玛丽·居里和皮埃尔·居里发现某些原子具有放射性，并且会以规律且恒定的速率自行转变为其他原子。

[ɪf] ['sʌmθɪŋ] ['grædʒuəli] [træns'fɔ:mz] [ɪt'self]['ɪntu:] ['sʌmθɪŋ] [els] , [ɪf] [ðɪs] [ˌtrænsfə'meɪʃ(ə)n] [gəʊz]
If something gradually transforms itself into something else , if this transformation goes
如果 某物 逐步地 变换 本身 进入 某物 别的 , 如果 这 转型 去
[ɒn][æt; ət][ə; eɪ] [nəʊn] [peɪs] ,
on at a known pace ,
在 在 一个 已知 步伐 ,

如果某物逐渐转变为另一物，且这种转变以已知的速度进行，

[ænd; ənd] [ɪf] [ɔ:l][ðə; ði] ['prɒdʌkts] [ɒv; əv][ðə; ði][æk'tɪvəti][ɑ:(r); ə(r)] [prɪ'zɜ:vd] [ɪn][sʌm; səm][kaɪnd][ɒv; əv]
and if all the products of the activity are preserved in some kind of
和 如果全部 这 产品 的 这 活动 是 保存完好 在 一些 种类 的
[ə; eɪ] [kləʊzd] ['sɪstəm] ,
a CLOSED SYSTEM ,
一个 关闭 系统 ,

如果所有活动产物都保存在某种封闭系统中，

[ðen] [ˌaɪ 'ti:][ɪz] [ˌθɪə'retɪkli] ['pɒsəb(ə)l][tu:; tə]['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns] [ðə; ði]
then it is theoretically possible to calculate the time that has elapsed since the
然后 它 是 理论上 可能的 到 计算 这 时间 那 有 过去 自从 这
['prəʊses] ['stɑ:tɪd] .
process started .
过程 开始 .

理论上，可以计算出自该过程开始以来经过的时间。

[ðə; ði] ['θɪəri] [wɒz; wəz][klɪə(r)][fɔ:(r); fə(r)] [j'iəz] ; [ðə; ði]['əʊnli] ['prɒbləm] [wɒz; wəz] [haʊ] [tu:; tə]['sætɪsfaɪ][ɔ:l]
The theory was clear for years ; the only problem was how to satisfy all
这 理论 曾是 清除 为了 年 ; 这 仅有的 问题 曾是 如何 到 满足 全部
[ðəʊz] [ɪfs] .
those ifs .
那些 如果 .

理论已经很清晰了；唯一的问题是如何满足所有这些假设。

[baɪ] - [ˌaɪ 'ti:][wɒz; wəz] [wel] [ɪ'stæblɪʃt] [ðæt] [ðə; ði] [ɜ:θ] [mʌst; məst][bi:; bi] [ɪk'stri:mli] ['eɪnʃənt] .
By 1910 it was well established that the earth must be extremely ancient .
经过 - 它 曾是 出色地 已确立的 那 这 地球 必须 是 极其 古老的 .

到 1910 年，人们已经普遍认为地球一定非常古老。

[ə'næləsi:z][ɒv; əv][sʌm; səm] ['mɪnərəlz] [kən'teɪnɪŋ] [ju'reɪniəm] [ʃəʊd] [ðem; ðəm][tu:; tə][bi:; bi] ['hʌndrədz]
Analyses of some minerals containing uranium showed them to be hundreds
分析 的 一些 矿物 包含 铀 显示 他们 到 是 数百
[ɒv; əv] [m'ɪliənz] [ɒv; əv] [j'iəz] [əʊld] ,
of millions of years old ,
的 百万 的 年 老的 ,

对一些含铀矿物的分析表明，它们的年龄已达数亿年。

['i:v(ə)n] [ðəʊ] [ðə; ði][ju'reɪniəm] [keɪm] [frɒm; frəm] [rɒks] [ðæt] [wɜ:(r); wə(r)] [nəʊn] [tu:; tə][bi:; bi]

even	though	the	uranium	came	from	rocks	that	were	known	to	be
甚至	尽管	这	铀	来了	从	岩石	那	是	已知	到	是

['relətɪvli] [jʌŋ] [ə'mʌŋ] [ˌdʒi:ə'lɒdʒɪk] ['strɑ:tə] .

relatively	young	among	geologic	STRATA	.
相对地	年轻的	之中	地质	地层	.

尽管这些铀来自地质地层中相对年轻的岩石。

['meʒəm(ə)nts] [stɪl] [wɜ:(r); wə(r)] [ɪn'ækjərət] , [haʊ'evə(r)] ,

Measurements	still	were	inaccurate	,	however	,
测量	仍然	是	不准确	,	然而	,

然而，测量结果仍然不准确。

[ænd; ənd]['əʊnli][ə; eɪ] [fju:] [reə(r)][ænd; ənd][ʌn'ju:ʒuəli; ʌn'ju:ʒəli] [rɪtʃ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv]['mɪnərəlz] [kən'teɪnd]

and	only	a	few	rare	and	unusually	rich	radioactive	minerals	contained
和	仅有的	一个	很少	稀有的	和	异常地	富有的	放射性	矿物	包含

[ɪ'nʌf] [ɒv; əv][ðə; ði] ['prɒdʌkts] [ɒv; əv] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [[ˌtu:'tu:]] [tu:; tə] [ə'laʊ] [ə'næləsɪs][ɒv; əv]

enough	of	the	products	of	RADIOACTIVE	DECAY	[	2	]	to	allow	analysis	of
足够的	的	这	产品	的	放射性	衰变	[	2	]	到	允许	分析	的

[ðeə(r)][eɪdʒ][baɪ][ðə; ði] [kru:d] ['meθədz] [ðen] [ə'veɪləb(ə)l] .

their	age	by	the	crude	methods	then	available	.
他们的	年龄	经过	这	原油	方法	然后	可用的	.

只有少数稀有且异常富含放射性的矿物含有足够的放射性衰变产物[2]，使得当时可用的粗略方法可以分析它们的年龄。

[nɒt] [mʌtʃ] ['prəʊgres][wɒz; wəz] [meɪd] [fɔ:(r); fə(r)][ə'baʊt] - [j'iəz] [ʌn'tɪl][ə; eɪ] . [əʊ] . [si:] . [nɪər] ,

Not	much	progress	was	made	for	about	30	years	until	A	.	O	.	C	.	Nier	,
不是	很多	进步	曾是	制成	为了	关于	-	年	直到	一个	.	哦	.	C	.	尼尔	,

在AOC Nier出现之前，大约30年间并没有取得太大进展。

[ə; eɪ] ['hɑ:vəd] [ˌju:nɪ'vɜ:səti] ['fɪzɪsɪst] ,

a	Harvard	University	physicist	,
一个	哈佛大学	大学	物理学家	,

一位哈佛大学的物理学家，

[pə'fektɪd] [æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [kɔ:ld] [ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] ([tu:; tə][bi:; bi] [dɪ'skraɪbd] ['leɪtə(r)])

perfected	an	instrument	called	a	MASS	SPECTROMETER	(	to	be	described	later	)
完善	一个	乐器	称为	一个	大量的	光谱仪	(	到	是	描述	之后	)

[dʒʌst][bɪ'fɔ:(r)] [wɜ:ld] [wɔ:(r)][ˌaɪ 'aɪ] .

just	before	World	War	II	.
只是	前	世界	战争	二	.

在第二次世界大战前夕，他完善了一种名为质谱仪的仪器（稍后会详细介绍）。

[ðə; ði]['ræpɪd][ˌteknə'lɒdʒɪk(ə)l] [əd'vɑ:nsɪz] [ɒv; əv][ðə; ði][wɔ:(r)] [j'iəz] ['fɒləʊd] .

The	rapid	technological	advances	of	the	war	years	followed	.
这	迅速的	技术	进展	的	这	战争	年	随后	.

随后，战争年代出现了快速的技术进步。

[ðə; ði] [ˌmæn'hætn] ['prɒdʒekt; prə'dʒekt] [[θri:]] [meɪd] [ðə; ði][ə'tɒmɪk] [bɒmz] [ðæt] [endid] [ðə; ði] ['faɪtɪŋ]

The	Manhattan	Project	[	3	]	made	the	atomic	bombs	that	ended	the	fighting
这	曼哈顿	项目	[	3	]	制成	这	原子	炸弹	那	结束	这	斗争

;
:
;

曼哈顿计划[3]制造了结束战争的原子弹；

[ˌaɪ 'ti:]['ɔ:lsəʊ] [dɪ'veləpt] [nju:] [ˌsaɪən'tɪfɪk] [tek'ni:ks] [ðæt] [kʊd; kəd][bi:; bi] [ə'plaɪd] , [wen] [pi:s]

it	also	developed	new	scientific	techniques	that	could	be	applied	,	when	peace
它	还	发达	新的	科学	技术	那	可以	是	应用	,	什么时候	和平

[rɪ'tɜ:nd] ,

returned	,
返回	,

它还开发出一些新的科学技术，这些技术可以在和平恢复后得到应用。

[tuː; tə][ðə; ði] ['meʒəmənt] [ɒv; əv][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][taɪm] .

to	the	measurement	of	geologic	time	.
到	这	测量	的	地质	时间	.

用于地质时间的测量。

[ðə; ði][nekst][ɪm'pɔːt(ə)nt] [əd'vɑːns] [wɒz; wəz][kən'trɪbjuːtɪd][ɪn] - [baɪ]['ɑːθə(r)] [həʊmz] [ɪn] ['ɪŋglənd]

The	next	important	advance	was	contributed	in	1946	by	Arthur	Holmes	in	England
这	下一个	重要的	进步	曾是	贡献	在	-	经过	亚瑟	福尔摩斯	在	英格兰

[ænd; ənd][baɪ][ef] . [dʒiː] . - [ɪn] ['dʒɜːməni] .

and	by	F	.	G	.	Houtermans	in	Germany	.
和	经过	F	.	G	.	-	在	德国	.

下一个重要的进展是由英国的亚瑟·霍姆斯和德国的F·G·豪特曼斯在1946年做出的。

[iːtʃ] [ɒv; əv] [ðiːz] ['saɪəntɪsts] [hæd; həd] [siːn] - [rɪ'pɔːts] [bɪ'fɔː(r)][ðə; ði][wɔː(r)][ænd; ənd][hæd; həd]

Each	of	these	scientists	had	seen	Nier's	reports	before	the	war	and	had
每个	的	这些	科学家	有	已见	-	报告	前	这	战争	和	有

['riːəlaɪzd] [ðæt] - [mæs] - [spek'trɒmɪtə(r)] [ə'næləsiːz][ɒv; əv] [liːd] [meɪd] [ˌaɪ 'tiː]['pɒsəb(ə)l] ,

realized	that	Nier's	mass	-	spectrometer	analyses	of	lead	made	it	possible	,
已实现	那	-	大量的	-	光谱仪	分析	的	带领	制成	它	可能的	,

这些科学家在战前都看过尼尔的报告，并且意识到尼尔对铅的质谱分析使得这项研究成为可能。

[fɔː(r); fə(r)][ðə; ði][fɜːst] [taɪm] , [tuː; tə] [meɪk] ['ræʃ(ə)nəl][kˌælkjʊl'eɪʃənz][ə'baʊt][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ]

for	the	first	time	,	to	make	rational	calculations	about	the	age	of	the	earth
为了	这	第一的	时间	,	到	制作	合理的	计算	关于	这	年龄	的	这	地球

.

:

.

首次对地球的年龄进行合理的计算。

[ðə; ði] [tuː] ['saɪəntɪsts] [ˌɪndɪ'pendəntli] ['kælkjʊleɪtɪd] [ðæt] [eɪdʒ][æt; ət][ə'baʊt][ˌtuː'tuː][tuː; tə][θriː] ['bɪljən]

The	two	scientists	independently	calculated	that	age	at	about	2	to	3	billion
这	二	科学家	独立	计算	那	年龄	在	关于	2	到	3	十亿

[j'iəz] ,

years	,
年	,

两位科学家独立计算得出，地球年龄约为20亿至30亿年。

['juːzɪŋ][ðə; ði]['hændfʊl][ɒv; əv]['deɪtə][ə'veɪləb(ə)l][tuː; tə][ðem; ðəm][frɒm; frəm] - ['meʒəm(ə)nts] .

using	the	handful	of	data	available	to	them	from	Nier's	measurements	.
使用	这	少数	的	数据	可用的	到	他们	从	-	测量	.

利用他们从尼尔的测量数据中获得的少量数据。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['ɪntrəstɪŋ] [ðæt] [tə'deɪ] , [θ'aʊzəndz] [ɒv; əv][ə'næləsiːz]['leɪtə(r)] ,

It	is	interesting	that	today	,	thousands	of	analyses	later	,
它	是	有趣的	那	今天	,	数千	的	分析	之后	,

有趣的是，在进行了数千次分析之后，今天，

['aʊə(r)] ['plænɪts] [eɪdʒ]['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɪz]['gɪv(ə)n][æz; əz][fɔːr] . [faɪv] ['bɪljən] [j'iəz] .

our	planet's	age	usually	is	given	as	4	.	5	billion	years	.
我们的	行星的	年龄	通常	是	给定	作为	4	.	5	十亿	年	.

我们星球的年龄通常被认为是45亿年。

[ðə; ði] ['ɜːli] ['estɪmeɪts] [wɜː(r); wə(r)][nɒt][fɑː(r)] [ɒf] . [θriː]

The	early	estimates	were	not	far	off	.	3
这	早期的	估算	是	不是	远的	离开	.	3

早期的估计与实际情况相差不远。[3]

[dɪ'veləpmənt] [ɒv; əv] ['veəriəs] ['meθədz] [fɔ:(r); fə(r)] ['meʒərɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] ['mɪnərəlz] ['fɒləʊd]
Development **of** **various** **methods** **for** **measuring** **the** **age** **of** **minerals** **followed**
发展 的 各种各样的 方法 为了 测量 这 年龄 的 矿物 随后
['ræpɪdli] ,
rapidly **,**
快速 ,

随后，各种测量矿物年龄的方法迅速发展起来。

[ænd; ənd][baɪ] - ['meni] [ˌfʌndə'ment(ə)l] ['stʌdiz] ['ni:dɪd] [fɔ:(r); fə(r)] ['meʒərɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] ['veri]
and **by** **1955** **many** **fundamental** **studies** **needed** **for** **measuring** **the** **age** **of** **very**
和 经过 - 许多 基本的 研究 需要 为了 测量 这 年龄 的 非常
[əʊld] ['sʌbstəns] [wɜ:(r); wə(r)] [kəm'pli:t] .
old **substances** **were** **complete** **.**
老的 物质 是 完全的 .

到 1955 年，测量古老物质年龄所需的许多基础研究已经完成。

[ðə; ði]['beɪsɪk] [tek'ni:ks] [ɑ:(r); ə(r)] ['sʌməraɪzd] [ɪn]['teɪb(ə)l][ai] . [ðeɪ] [wɪl] [bi:; bi] [ɪk'spleɪnd] ['leɪtə(r)] .
The **basic** **techniques** **are** **summarized** **in** **Table** **I** **.** **They** **will** **be** **explained** **later** **.**
这 基本的 技术 是 总结 在 桌子 我 . 他们 将要 是 解释 之后 .

基本技术总结于表一中，稍后将进行解释。

[ðə; ði] [nju:] ['meθədz] [prə'dju:st] [brɔ:d] [ˌkɒnfə'meɪʃ(ə)n][ɒv; əv][ðə; ði] ['ɜ:li] [rʌf] ['estɪmeɪts] [ænd; ənd]
The **new** **methods** **produced** **broad** **confirmation** **of** **the** **early** **rough** **estimates** **and**
这 新的 方法 生产 广阔 确认 的 这 早期的 粗糙的 估算 和
[ðeɪ] ['ɔ:lsəʊ] [brɔ:t] [ə; eɪ] [fju:] [sə'praiziz] .
they **also** **brought** **a** **few** **surprises** **.**
他们 还 带来 一个 很少 惊喜 .

新方法基本证实了早期的粗略估计，同时也带来了一些意想不到的结果。

[bɪ'fɔ:(r)] [wi:; wi][gəʊ]['ɪntu:] [ði:z] [dɪs'kʌvəri] , [let][ˌju: 'es] [lʊk] [æt; ət][sʌm; səm] [ˌθɪə'retɪk(ə)l]
Before **we** **go** **into** **these** **discoveries** **,** **let** **us** **look** **at** **some** **theoretical**
前 我们 去 进入 这些 发现 , 让 我们 看 在 一些 理论
[faʊn'deɪʃ(ə)nz] .
foundations **.**
基础 .

在深入探讨这些发现之前，让我们先来看一些理论基础。

['teɪb(ə)l][ai]['beɪsɪk] ['meʒəmənt] ['meθədz]
Table **I** **BASIC** **MEASUREMENT** **METHODS**
桌子 我 基本的 测量 方法

表一 基本测量方法

['meθəd] [mə'tɪəriəl] [taɪm] ['deɪtɪd]['ju:sf(ə)l] [taɪm] [spæn] ([j'iəz])
Method **Material** **Time** **Dated** **Useful** **Time** **Span** **(** **years** **)**
方法 材料 时间 日期 有用 时间 跨度 (年)

方法 材料 时间 日期 有效时间跨度（年）

['kɑ:bən] - - [wʊd] , [pi:t] , ['tʃɑ:kəʊl] [wen] [plɑ:nt][daɪd] - - - , -
Carbon **-** **14** **Wood** **,** **peat** **,** **charcoal** **When** **plant** **died** **1000** **-** **50** **,** **000**
碳 - - 木头 , 泥炭 , 木炭 什么时候 植物 死亡 - - - , -

碳-14 木材、泥炭、木炭 当植物死亡时 1000-50000

[bəʊn] , [ʃel] ['slaɪtli] [bɪ'fɔ:(r)]['ænɪm(ə)l][daɪd] - - - , -
Bone **,** **shell** **Slightly** **before** **animal** **died** **2000** **-** **35** **,** **000**
骨 , 壳 轻微地 前 动物 死亡 - - - , -

骨骼、贝壳，略早于动物死亡时间（2000-35000年）

[pə'tæsiəm] - ['ɑ:gɒn]['maɪkə] , [sʌm; səm] [həʊl] [rɒks] [wen] [rɒk] [lɑ:st] [ku:ld] [tu:; tə][ə'baʊt] 300°C

Potassium	-	argon	Mica	,	some	whole	rocks	When	rock	last	cooled	to	about	300°C
钾	-	氩气	云母	,	一些	所有的	岩石	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	300°C

- , - [ænd; ənd][ʌp]

100	,	000	and	up
-	,	-	和	向上

钾氩云母，部分完整岩石，岩石最后一次冷却至约300°C时，100,000及以上

['hɔ:nblend] ['sænɪdi:n] [wen] [rɒk] [lɑ:st] [ku:ld] [tu:; tə][ə'baʊt] 500°C - , - , - [ænd; ənd][ʌp]

Hornblende	Sanidine	When	rock	last	cooled	to	about	500°C	10	,	000	,	000	and	up
角闪石	透定	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	500°C	-	,	-	,	-	和	向上

角闪石透长石 当岩石最后一次冷却至约 500°C 时，其年代为 10,000,000 年前及以后。

[ru:'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]['maɪkə] [wen] [rɒk] [lɑ:st] [ku:ld] [tu:; tə][ə'baʊt] 300°C [faɪv] , - , -

Rubidium	-	strontium	Mica	When	rock	last	cooled	to	about	300°C	5	,	000	,	000
铷	-	锶	云母	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	300°C	5	,	-	,	-

[ænd; ənd][ʌp]

and	up
和	向上

铷锶云母，岩石上次冷却至约300°C时，距今已有500万年以上的历史。

['pɒtæʃ] ['feldspɑ:(r)] [wen] [rɒk] [lɑ:st] [ku:ld] [tu:; tə][ə'baʊt] 500°C - , - , - [ænd; ənd][ʌp]

Potash	feldspar	When	rock	last	cooled	to	about	500°C	50	,	000	,	000	and	up
钾肥	长石	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	500°C	-	,	-	,	-	和	向上

钾长石 当岩石最后一次冷却至约 500°C 时，其形成年代为 50,000,000 年至 50,000,000 年。

[həʊl] [rɒk] [taɪm] [ɒv; əv] [ˌsepə'reɪʃn] [ɒv; əv][ðə; ði] [rɒk] [æz; əz][ə; eɪ] [kləʊzd] ['ju:nɪt] - , - , -

Whole	rock	Time	of	separation	of	the	rock	as	a	closed	unit	100	,	000	,	000
所有的	岩石	时间	的	分离	的	这	岩石	作为	一个	关闭	单元	-	,	-	,	-

[ænd; ənd][ʌp]

and	up
和	向上

整块岩石 岩石作为一个封闭单元分离的时间 100,000,000 及以上

[ju'reɪniəm] - [li:d] ['zɜ:kɒn] [wen] ['krɪstlz] [fɔ:md] - , - , - [ænd; ənd][ʌp]

Uranium	-	lead	Zircon	When	crystals	formed	200	,	000	,	000	and	up
铀	-	带领	锆石	什么时候	晶体	形成	-	,	-	,	-	和	向上

铀铅锆石晶体形成于2亿年前及以后

[ju'reɪniəm] - - ['fɪʃ(ə)n] ['meni] [wen] [rɒk] [lɑ:st] [ku:ld] - - [wʌn] , - , - , - ([dɪ'pendɪŋ]

Uranium	-	238	fission	Many	When	rock	last	cooled	100	-	1	,	000	,	000	,	000	(	Depending
铀	-	-	裂变	许多	什么时候	岩石	最后的	冷却	-	-	1	,	-	,	-	,	-	(	取决于

[ɒn][mə'tɪəriəl]) [fɔ:r]

on	material	)	4
在	材料	)	4

铀-238裂变 许多 当岩石上次冷却时 100-1,000,000,000（取决于材料）4

[taɪm] [skeɪl] [ɒv; əv][ðə; ði] [ɜ:θ] , [drɔ:n] [tu:; tə] [skeɪl] .

Time	scale	of	the	Earth	,	drawn	to	scale	.
时间	规模	的	这	地球	,	绘制	到	规模	.

地球时间尺度，按比例绘制。

[si:] ['ɔ:lsəʊ][ðə; ði] [həʊmz] [taɪm] [skeɪl] [ɒn][peɪdʒ] - .

See	also	the	Holmes	time	scale	on	page	46	.
看	还	这	福尔摩斯	时间	规模	在	页	-	.

另请参阅第 46 页的福尔摩斯时间线。

[ɪ'vent] [ˌdʒi:ə'lɒdʒɪk] [taɪm] ['pɪəriəd]['ɪərə]

Event	Geologic	Time	Period	Era
事件	地质	时间	时期	时代

事件地质时期

[mæn] [ə'pɪəz] [[fɔ:r]] ([ˌtu:'tu:] ['mɪljən] [j'iəz] [ə'gəʊ])

Man	appears	[	4	]	(	2	million	years	ago	)
男人	出现	[	4	]	(	2	百万	年	前	)

人类出现[4]（200万年前）

[kwə'tɜ:n(ə)rɪ] [ˌsi:nəʊ'zəʊɪk]

Quaternary	CENOZOIC
第四纪	新生代

第四纪新生代

['tɜ:ʃəri]

Tertiary
第三

第三

[ɪk'stɪŋkʃn] [ɒv; əv][ðə; ði] ['daɪnəˌsɔ:z] (- ['mɪljən] [j'iəz] [ə'gəʊ])

Extinction	of	the	dinosaurs	(	70	million	years	ago	)
灭绝	的	这	恐龙	(	-	百万	年	前	)

恐龙灭绝（7000万年前）

[krɪ'teɪʃəs] [ˌmesəʊ'zəʊɪk]

Cretaceous	MESOZOIC
白垩纪	中生代

白垩纪 中生代

['mæm(ə)lz] [ə'pɪə(r)] (- ['mɪljən] [j'iəz] [ə'gəʊ])

Mammals	appear	(	130	million	years	ago	)
哺乳动物	出现	(	-	百万	年	前	)

哺乳动物出现（1.3亿年前）

[dʒʊ'ræsɪk]

Jurassic
侏罗纪

侏罗纪

[traɪ'æsɪk]

Triassic
三叠纪

三叠纪

['əʊldɪst] [nəʊn] ['reptaɪlz] (- ['mɪljən] [j'iəz] [ə'gəʊ])

Oldest	known	reptiles	(	300	million	years	ago	)
最老	已知	爬行动物	(	-	百万	年	前	)

已知最古老的爬行动物（3亿年前）

['pɜ:mɪən] [ˌpelio'zoɪk]

Permian	PALEOZOIC
二叠纪	古生代

二叠纪古生代

[ˌpensil'veiniən]

Pennsylvanian
宾夕法尼亚人

宾夕法尼亚人

[ˌmɪsə'sɪpɪən]

Mississippian
密西西比人

密西西比人

[də'vəʊniən]

Devonian
泥盆纪

泥盆纪

[sai'ljuəriən; si-]
Silurian
志留纪

志留纪

[ˌɔ:dəʊ'vɪʃɪən]
Ordovician
奥陶纪

奥陶纪

['kæmbriən]
Cambrian
寒武纪

寒武纪

[fɜ:st]	[ə'bʌndənt]	[laɪf]	[ɪn]	[ðə; ði]	[si:]	(	['ænɪmlz]	[wɪ'ðaʊt]	['bækbəʊn]	)	(	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[ə'gəʊ]	)
First	**abundant**	**life**	**in**	**the**	**sea**	**(**	**animals**	**without**	**backbones**	**)**	**(**	**550**	**million**	**years**	**ago**	**)**
第一的	丰富	生活	在	这	海	(	动物	没有	主干	)	(	-	百万	年	前	)

海洋中最早的丰富生命（无脊椎动物）（5.5亿年前）

['ældʒi:]	[ænd; ənd]	['ʌðə(r)]	[mˌaɪkɹəʊ'ɔ:gənˌɪzəmz]	(	[wʌn]	,	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[ə'gəʊ]	)
Algae	**and**	**other**	**microorganisms**	**(**	**1**	**,**	**900**	**million**	**years**	**ago**	**)**
藻类	和	其他	微生物	(	1	,	-	百万	年	前	)

藻类和其他微生物（19亿年前）

[ˌprotərə'zoɪk] [pri:'kæmbriən]
Proterozoic **PRECAMBRIAN**
元古代 前寒武纪

元古代 前寒武纪

[ɑ:'ki:ən]
Archean
太古宙

太古宙

['əʊldɪst]	[rɒks]	[ɪn]	[nɔ:θ]	[ə'merɪkə]	(	[ˌtu:'tu:]	,	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[ə'gəʊ]	)
Oldest	**rocks**	**in**	**North**	**America**	**(**	**2**	**,**	**800**	**million**	**years**	**ago**	**)**
最老	岩石	在	北	美国	(	2	,	-	百万	年	前	)

北美洲最古老的岩石（28亿年前）

[fɜ:st]	[hɪnt]	[ɒv; əv]	[laɪf]	(	[bæk'tɪəriə]	?	)	(	[θri:]	,	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[ə'gəʊ]	)
First	**hint**	**of**	**life**	**(**	**bacteria**	**?**	**)**	**(**	**3**	**,**	**100**	**million**	**years**	**ago**	**)**
第一的	暗示	的	生活	(	细菌	?	)	(	3	,	-	百万	年	前	)

生命的最初迹象（细菌？）（31亿年前）

['əʊldɪst]	[rɒks]	(	[θri:]	,	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[əʊld]	)
Oldest	**rocks**	**(**	**3**	**,**	**300**	**million**	**years**	**old**	**)**
最老	岩石	(	3	,	-	百万	年	老的	)

最古老的岩石（距今33亿年）

[fɔ:'meɪʃ(ə)n]	[ɒv; əv]	['ɜ:rθs]	[kɔ:(r)]	(	[fɔ:r]	,	-	['mɪljən]	[j'iəz]	[ə'gəʊ]	)	[faɪv]
Formation	**of**	**Earth's**	**core**	**(**	**4**	**,**	**500**	**million**	**years**	**ago**	**)**	**5**
形成	的	地球的	核	(	4	,	-	百万	年	前	)	5

地球核心的形成（45亿年前）[5]

['θɪəri]	[ɒv; əv]	['nju:kliə(r)]	[eɪdʒ]	[dɪˌtɜ:mɪ'neɪʃ(ə)n]
THEORY	**OF**	**NUCLEAR**	**AGE**	**DETERMINATION**
理论	的	核	年龄	决心

核年龄测定理论

[wi:; wi][kæn; kən] [θɪŋk] [ɒv; əv][ðə; ði]['nju:kliəs][ɒv; əv][æn; ən]['ætəm][æz; əz][ə; eɪ] [sɔ:t] [ɒv; əv][drɒp] — [ə; eɪ]

We	can	think	of	the	nucleus	of	an	atom	as	a	sort	of	drop	—	a
我们	能	思考	的	这	核	的	一个	原子	作为	一个	种类	的	降低	—	一个

[bʌntʃ] [ɒv; əv] ['nju:trɔnz] [ænd; ənd] ['prəʊˌtɔnz] [held] [tə'geðə(r)] [baɪ] ['veri] [strɒŋ] [ʃɔ:t] - [reɪndʒ] ['fɔ:sɪz]

bunch	of	NEUTRONS	and	PROTONS	held	together	by	very	strong	short	-	range	forces
束	的	中子	和	质子	握住	一起	经过	非常	强的	短的	-	范围	力量

.

:

.

我们可以将原子核想象成一个液滴——由非常强的短程力结合在一起的大量中子和质子。

[ðiːz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑːtɪk(ə)lz] [wɪ'ðɪn] [ə; eɪ]['nju:kliəs][ɑ:(r); ə(r)][nɒt] [ə'reɪndʒd] [ɪn]['eni] [fɪkst] [ɔ:(r)]['rɪdʒɪd]

These	elementary	particles	within	a	nucleus	are	not	arranged	in	any	fixed	or	rigid
这些	初级	颗粒	之内	一个	核	是	不是	安排	在	任何	固定的	或者	死板的

[ə'reɪ] ,

array	,
大批	,

原子核内的这些基本粒子并非以任何固定或刚性的排列方式存在。

[bʌt; bət][ɑ:(r); ə(r)] [friː] [tuː; tə] [muːv] [ə'baʊt] [wɪ'ðɪn] [ðə; ði][grɪp][ɒv; əv] [ðiːz] ['fɔ:sɪz] .

but	are	free	to	move	about	within	the	grip	of	these	forces	.
但	是	自由的	到	移动	关于	之内	这	紧握	的	这些	力量	.

但他们可以在这些力量的控制下自由行动。

[ðiːz] ['məuʃənz] [meɪ] [biː; bi][kwaɪt]['vaɪələnt] , [bʌt; bət][fɔ:(r); fə(r)][məʊst] ['nju:klaɪd] [faʊnd] [ɪn]['neɪtʃə(r)] ,

These	motions	may	be	quite	violent	,	but	for	most	NUCLIDES	found	in	nature	,
这些	运动	可能	是	相当	暴力	,	但	为了	最多	核素	成立	在	自然	,

这些运动可能相当剧烈，但对于自然界中发现的大多数核素而言，

[ðə; ði]['nju:kliə(r)] ['fɔ:sɪz] [ɑ:(r); ə(r)] ['paʊəf(ə)l] [ɪ'nʌf] [tuː; tə] [kiːp] ['evriθɪŋ] [kən'faɪnd] ;

the	nuclear	forces	are	powerful	enough	to	keep	everything	confined	;
这	核	力量	是	强大的	足够的	到	保持	一切	受限	;

核力量强大到足以将一切都限制在一定范围内；

[ðʌs] [ðə; ði]['nju:kliaɪ][ɒv; əv] [ðiːz] ['ætəmz][həʊld][tə'geðə(r)] , [ænd; ənd][ɑ:(r); ə(r)] [sed] [tu:; tə][bi:; bi]

thus	the	nuclei	of	these	atoms	hold	together	,	and	are	said	to	be
因此	这	细胞核	的	这些	原子	抓住	一起	,	和	是	说	到	是

['steɪb(ə)l] .

stable	.
稳定的	.

因此，这些原子的原子核结合在一起，被称为稳定原子核。

[ɪf] ['eni] [wʌn]['nju:kliəs][ɒv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n]['aɪsətəʊp][ɪz]['steɪb(ə)l] , [ðen] [ɔ:l]['ʌðə(r)z][ɑ:(r); ə(r)]['ɔ:lsəʊ]

If	any	one	nucleus	of	a	given	ISOTOPE	is	stable	,	then	all	others	are	also
如果	任何	一	核	的	一个	给定	同位素	是	稳定的	,	然后	全部	其他的	是	还

['steɪb(ə)l] ,

stable	,
稳定的	,

如果某个同位素的任何一个原子核是稳定的，那么所有其他原子核也都是稳定的。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [wɒt] [ɪz] [truː] [fɔ:(r); fə(r)][wʌn]['ætəm][ɒv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n][kaɪnd][ɪz] [truː] [fɔ:(r); fə(r)][ɔ:l]

because	what	is	true	for	one	atom	of	a	given	kind	is	true	for	all
因为	什么	是	真的	为了	一	原子	的	一个	给定	种类	是	真的	为了	全部

['ʌðə(r)z][ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [kaɪnd] . [[faɪv]]

others	of	the	same	kind	.	[	5	]
其他的	的	这	相同的	种类	.	[	5	]

因为对于某一种类的原子而言成立的规律，对于该种类的其他原子也同样成立。[5]

[sʌm; səm]['nju:klaɪd] , [bəuθ][mæn] - [meɪd] [ænd; ənd]['nætʃ(ə)rəl] , [ɑ:(r); ə(r)][ʌn'steɪb(ə)l] , [haʊ'evə(r)] .

Some	nuclides	,	both	man	-	made	and	natural	,	are	unstable	,	however	.
一些	核素	,	两个都	男人	-	制成	和	自然的	,	是	不稳定	,	然而	.

然而，有些核素，无论是人造的还是天然的，都是不稳定的。

[ðeə(r)]['nju:kliaɪ][ɑ:(r); ə(r)][ɪn] [sʌtʃ] ['vaɪələnt] ['tɜ:mɔɪl] [ðæt] [ðə; ði]['nju:kliə(r)] ['fɔ:sɪz] ['kænɒt] ['ɔ:lweɪz] [həʊld]
Their **nuclei** **are** **in** **such** **violent** **turmoil** **that** **the** **nuclear** **forces** **cannot** **always** **hold**
他们的 细胞核 是 在 这样的 暴力 动荡 那 这 核 力量 不能 总是 抓住
[ðem; ðəm][tə'geðə(r)] ,
them **together** **,**
他们 一起 ,

它们的原子核处于剧烈的动荡之中，以至于核力有时无法将它们维系在一起。

[ænd; ənd] ['veəriəs] ['bɪts][ænd; ənd] ['pi:sɪz] [flaɪ] [ɒf] .
and **various** **bits** **and** **pieces** **fly** **off** **.**
和 各种各样的 比特 和 件 飞 离开 .

各种零碎物件飞了出去。

[ɪf] [wi:; wi][wɜ:(r); wə(r)][tu:; tə][traɪ][tu:; tə] [prɪ'dɪkt] [wen] [wʌn][pə'tɪkjələ(r)][ʌn'steɪb(ə)l]['nju:kliəs] [wʊd]
If **we** **were** **to** **try** **to** **predict** **when** **one** **particular** **unstable** **nucleus** **would**
如果 我们 是 到 尝试 到 预测 什么时候 一 特别的 不稳定 核 会
[ðʌs] [dɪs'ɪntɪgreɪt] ,
thus **disintegrate** **,**
因此 瓦解 ,

如果我们试图预测某个特定的不稳定原子核何时会解体，

[haʊ'evə(r)] , [wi:; wi][kʊd; kəd][nɒt] [sək'si:d] ,
however **,** **we** **could** **not** **succeed** **,**
然而 , 我们 可以 不是 成功 ,

然而，我们未能成功。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðə; ði] ['ɪnstənt] ['eni] [spə'sɪfɪk] [dɪ'keɪ] ([ɔ:(r)] [dɪsˌɪntɪ'greɪʃ(ə)n]) [ɪ'vent] [wɪl] [ə'kɜ:(r)][ɪz][ə; eɪ]
because **the** **instant** **any** **specific** **decay** **(** **or** **disintegration** **)** **event** **will** **occur** **is** **a**
因为 这 立即的 任何 具体的 衰变 (或者 解体) 事件 将要 发生 是 一个
['mætə(r)][ɒv; əv] [tʃɑ:ns] .
matter **of** **chance** **.**
事情 的 机会 .

因为任何特定的衰变（或解体）事件发生的时刻都是偶然的。

['əʊnli] [ɪf] [ə; eɪ] [lɑ:dʒ] ['nʌmbə(r)][ɒv; əv][ʌn'steɪb(ə)l]['nju:kliaɪ][ɒv; əv][wʌn][kaɪnd][ɑ:(r); ə(r)] [kə'lektɪd]
Only **if** **a** **large** **number** **of** **unstable** **nuclei** **of** **one** **kind** **are** **collected**
仅有的 如果 一个 大的 数字 的 不稳定 细胞核 的 一 种类 是 集
[tə'geðə(r)] [kæn; kən][wi:; wi] [seɪ] [wɪð] ['sɜ:t(ə)nti] [ðæt] ,
together **can** **we** **say** **with** **certainty** **that** **,**
一起 能 我们 说 和 肯定 那 ,

只有当大量同一种不稳定原子核聚集在一起时，我们才能确定地说：

[aʊt] [ɒv; əv] [ðæt] ['nʌmbə(r)] , [ə; eɪ] ['sɜ:t(ə)n] [prə'pɔ:ʃ(ə)n] [wɪl] [dɪ'keɪ] [ɪn][ə; eɪ]['gɪv(ə)n][taɪm] .
out **of** **that** **number** **,** **a** **certain** **proportion** **will** **decay** **in** **a** **given** **time** **.**
出去 的 那 数字 , 一个 肯定 部分 将要 衰变 在 一个 给定 时间 .

在给定的时间内，其中一定比例会衰减。

[ˌaɪ 'ti:] [tɜ:nz] [aʊt] [ðæt] [ðɪs] [prə'pɔ:ʃ(ə)n] [ɪz][ðə; ði] [seɪm] [rɪ'gɑ:dləs] [ɒv; əv] ['eni] [ɪk'stɜ:n(ə)l] [kən'dɪʃ(ə)nz] .
It **turns** **out** **that** **this** **proportion** **is** **the** **same** **regardless** **of** **any** **external** **conditions** **.**
它 转弯 出去 那 这 部分 是 这 相同的 不管 的 任何 外部的 状况 .

结果表明，无论外部条件如何，这个比例都保持不变。

[ðɪs] ['prɒpəti] [ɒv; əv]['nju:kliaɪ][tu:; tə] [dɪ'keɪ] [baɪ] [ðəm'selvz] [ɪz] [kɔ:ld] [ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti] .
This **property** **of** **nuclei** **to** **decay** **by** **themselves** **is** **called** **radioactivity** **.**
这 财产 的 细胞核 到 衰变 经过 他们自己 是 称为 放射性 .

原子核能够自行衰变的这种特性称为放射性。

[ˌreɪdiəʊˈæktɪv]['nju:kliaɪ] [dɪ'keɪ] [æt; ət] ['kɒnstənt] [reɪts] [rɪ'gɑ:dləs] [ɒv; əv] ['temprətʃə(r)] , ['preʃə(r)] ,

Radioactive	**nuclei**	**decay**	**at**	**constant**	**rates**	**regardless**	**of**	**temperature**	**,**	**pressure**	**,**
放射性	细胞核	衰变	在	持续的	利率	不管	的	温度	,	压力	,

['kemɪk(ə)l] [ˌkɒmbɪ'neɪʃ(ə)n] , [ɔ:(r)] ['fɪzɪk(ə)l] [steɪt] .

chemical	**combination**	**,**	**or**	**physical**	**state**	**.**
化学	组合	,	或者	身体的	状态	.

放射性原子核的衰变速率恒定，不受温度、压力、化学组合或物理状态的影响。

[ðə; ði]['prəʊses] [gəʊz] [ɒn][nəʊ]['mætə(r)] [wɒt] ['hæpənz] [tu:; tə][ðə; ði]['ætəm] .

The	**process**	**goes**	**on**	**no**	**matter**	**what**	**happens**	**to**	**the**	**atom**	**.**
这	过程	去	在	不	事情	什么	发生	到	这	原子	.

无论原子发生什么变化，这个过程都会继续进行。

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜ:dz] ,

In	**other**	**words**	**,**
在	其他	字	,

换句话说，

[ðə; ði][æk'tɪvəti][ˌɪn'saɪd][ðə; ði]['nju:kliəs][ɪz][ɪn][nəʊ] [wei] [ə'fektɪd] [baɪ] [wɒt] ['hæpənz] [tu:; tə][ðə; ði]

the	**activity**	**inside**	**the**	**nucleus**	**is**	**in**	**no**	**way**	**affected**	**by**	**what**	**happens**	**to**	**the**
这	活动	里面	这	核	是	在	不	方式	做作的	经过	什么	发生	到	这

[ɪ'lektrɑ:nz] ['sɜ:klɪŋ] [ə'raʊnd] [ˌaɪ 'ti:] .

ELECTRONS	**circling**	**around**	**it**	**.**
电子	盘旋	大约	它	.

原子核内部的活动丝毫不受围绕原子核旋转的电子的活动的影响。

(['əʊnli][ɪn] ['veri] ['speʃ(ə)l] [keɪsɪz][kæn; kən][ˌaʊt'saɪd] [dɪs'tɜ:rbəns] [ə'fekt] [ðə; ði][ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti][ɒv; əv]

(	**Only**	**in**	**very**	**special**	**cases**	**can**	**outside**	**disturbances**	**affect**	**the**	**radioactivity**	**of**
(	仅有的	在	非常	特别的	案例	能	外部	干扰	影响	这	放射性	的

[ə; eɪ]['nju:kliəs][ænd; ənd] [ðen] ['əʊnli] ['slaɪtli] .

a	**nucleus**	**and**	**then**	**only**	**slightly**	**.**
一个	核	和	然后	仅有的	轻微地	.

（只有在非常特殊的情况下，外部干扰才会影响原子核的放射性，而且影响也很小。）

[fɔ:(r); fə(r)][ɔ:l] ['præktɪkl] [p'ɜ:pəsɪz] , [reɪts] [ɒv; əv][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɑ:(r); ə(r)] ['kɒnstənt] .) [sɪks]

For	**all**	**practical**	**purposes**	**,**	**rates**	**of**	**radioactive**	**decay**	**are**	**constant**	**.**	**)**	**6**
为了	全部	实际的	目的	,	利率	的	放射性	衰变	是	持续的	.	)	6

实际上，放射性衰变速率是恒定的。）6

[məʊst][ˌreɪdiəʊ'æktɪv]['nju:klaɪd][hæv; həv]['ræpɪd] [reɪts] [ɒv; əv] [dɪ'keɪ] ([ænd; ənd] [lu:z] [ðeə(r)]

Most	**radioactive**	**nuclides**	**have**	**rapid**	**rates**	**of**	**decay**	**(**	**and**	**lose**	**their**
最多	放射性	核素	有	迅速的	利率	的	衰变	(	和	失去	他们的

[ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti][ɪn][ə; eɪ] [fju:] [deɪz] ,

radioactivity	**in**	**a**	**few**	**days**	**,**
放射性	在	一个	很少	天	,

大多数放射性核素衰变速度很快（几天内就会失去放射性），

[ɔ:(r)][ə; eɪ] [fju:] [j'iəz] , [æt; ət][məʊst]) ;

or	**a**	**few**	**years**	**,**	**at**	**most**	**)**	**;**
或者	一个	很少	年	,	在	最多	)	;

或者最多几年）；

[məʊst][ɒv; əv] [ði:z] [ɑ:(r); ə(r)] [nəʊn] [tə'deɪ] ['əʊnli][bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðeɪ] [ɑ:(r); ə(r)] [prə'dju:st] [ˌɑ:tɪ'fɪʃəli] .

most	**of**	**these**	**are**	**known**	**today**	**only**	**because**	**they**	**are**	**produced**	**artificially**	**.**
最多	的	这些	是	已知	今天	仅有的	因为	他们	是	生产	人为地	.

如今人们之所以了解这些物质，大多是因为它们是人工合成的。

[sʌm; səm][ɒv; əv][ðem; ðəm] [meɪ] [hæv; həv] [biːn] ['prez(ə)nt][æt; ət][ðə; ði][taɪm][ðə; ði]['səʊlə(r)] ['sɪstəm]

Some	of	them	may	have	been	present	at	the	time	the	solar	system
一些	的	他们	可能	有	到过	展示	在	这	时间	这	太阳的	系统

[wɒz; wəz] [fɔːmd] ,

was	formed	,
曾是	形成	,

有些生物可能在太阳系形成之时就已经存在了。

[bʌt; bət] [ðeɪ] [hæv; həv] [sɪns] [dɪ'keɪd] [tuː; tə] [sʌtʃ] [ˌɪnsɪg'nɪfɪkənt] ['frækʃnz] [ɒv; əv][ðeə(r)][ə'rɪdʒən(ə)l]

but	they	have	since	decayed	to	such	insignificant	fractions	of	their	original
但	他们	有	自从	腐烂的	到	这样的	微不足道	分数	的	他们的	原来的

[ə'maʊnts] [ðæt] [ðeɪ] [kæn; kən][nəʊ][lɒŋgə(r)][biː; bi] [dɪ'tektɪd] .

amounts	that	they	can	no	longer	be	detected	.
金额	那	他们	能	不	更长	是	检测到	.

但它们的数量已经衰减到原来的极小一部分，以至于无法再检测到。

['əʊnli][ə; eɪ] [fjuː] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv]['njuːklaɪd] [dɪ'keɪ] ['sləʊli] [ɪ'nʌf] [tuː; tə][hæv; həv] [biːn] [prɪ'zɜːvd] [tuː; tə]

Only	a	few	radioactive	nuclides	decay	slowly	enough	to	have	been	preserved	to
仅有的	一个	很少	放射性	核素	衰变	缓慢地	足够的	到	有	到过	保存完好	到

[ðɪs] [deɪ] ,

this	day	,
这	天	,

只有少数放射性核素衰变速度足够慢，才能保存至今。

[ænd; ənd][səʊ][ɑː(r); ə(r)]['prez(ə)nt][ɪn]['neɪtʃə(r)] .

and	so	are	present	in	nature	.
和	所以	是	展示	在	自然	.

因此它们存在于自然界中。

[ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)] ['lɪstɪd] [ɪn]['teɪb(ə)l][ˌaɪ 'aɪ] .

They	are	listed	in	Table	II	.
他们	是	列出	在	桌子	二	.

它们列于表二中。

['teɪb(ə)l][ˌaɪ 'aɪ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['njuːklaɪd]

Table	II	RADIOACTIVE	NUCLIDES
桌子	二	放射性	核素

表二 放射性核素

[wɪð] [hɑːf] - [laɪvz; lɪvz] [lɑːdʒ] [ɪ'nʌf] [tuː; tə][biː; bi] [stɪl] ['prez(ə)nt] [ɪn] ['juːsf(ə)l] [ə'maʊnts] [ɒn]

WITH	HALF	-	LIVES	LARGE	ENOUGH	TO	BE	STILL	PRESENT	IN	USEFUL	AMOUNTS	ON
和	一半	-	生活	大的	足够的	到	是	仍然	展示	在	有用	金额	在

[ðə; ði] [ɜːθ] [[sɪks]]

THE	EARTH	[	6	]
这	地球	[	6	]

半衰期足够长，以至于在地球上仍能以有用的数量存在[6]

['peərənt] ['elɪmənt] ['dɔːtə(r)] ['prɒdʌkt] [hɑːf] - [laɪf] ([j'iəz]) [taɪp] [ɒv; əv] [dɪ'keɪ]

PARENT	Element	DAUGHTER	Product	HALF	-	LIFE	(	years	)	Type	of	Decay
父母	元素	女儿	产品	一半	-	生活	(	年	)	类型	的	衰变

母元素 子元素 产物 半衰期（年） 衰变类型

[pə'tæsiəm] - - ['ɑːgɒn] - - [wʌn] . [θriː] × - (['təʊt(ə)l]) [ɪ'lektrɒn] ['kæptʃə(r)]

Potassium	-	40	Argon	-	40	1	.	3	×	10^9	(	total	)	ELECTRON	CAPTURE
钾	-	-	氩气	-	-	1	.	3	×	-	(	全部的	)	电子	捕获

钾-40 氩-40 1.3×10^9（总计）电子俘获

['kælsiəm] - - ['biːtə] [dɪ'keɪ]

Calcium	-	40	BETA	DECAY
钙	-	-	测试版	衰变

钙-40β衰变

[vəˈneɪdiəm] - - [tɪˈteɪniəm; taɪˈteɪniəm] - - ~6 × - ([ˈtəʊt(ə)l]) [ɪˈlektrɒn] [ˈkæptʃə(r)]

Vanadium	-	**50**	**Titanium**	-	**50**	**~6**	**×**	**10^{15}**	**(**	**total**	**)**	**Electron**	**capture**
钒	-	-	钛	-	-	~6	×	-	(	全部的	)	电子	捕获

钒-50 钛-50 ~6 × 10^{15}（总计）电子俘获

[ˈkrəʊmiəm] - - [ˈbiːtə] [dɪˈkeɪ]

Chromium	-	**50**	**Beta**	**decay**
铬	-	-	Beta	衰变

铬-50β衰变

[ruːˈbɪdiəm] - - [ˈstrɒntiəm; ˈstrɒnʃiəm] - - [fɔːr] . [ˈsɛvən] × - [ˈbiːtə] [dɪˈkeɪ]

Rubidium	-	**87**	**Strontium**	-	**87**	**4**	**.**	**7**	**×**	**10^{10}**	**Beta**	**decay**
铷	-	-	锶	-	-	4	.	7	×	-	Beta	衰变

铷-87 锶-87 4.7 × 10^{10} β衰变

[ˈɪndiəm] - - [tɪn] - - [faɪv] × -

Indium	-	**115**	**Tin**	-	**115**	**5**	**×**	**10^{14}**
铟	-	-	锡	-	-	5	×	-

铟-115 锡-115 5 × 10^{14}

[ˈbiːtə] [dɪˈkeɪ]

Beta	**decay**
Beta	衰变

β衰变

[teˈljʊəriəm] - - [ˈæntɪməni] - - [wʌn] . [ˌtuːˈtuː] × - [ɪˈlektrɒn] [ˈkæptʃə(r)]

Tellurium	-	**123**	**Antimony**	-	**123**	**1**	**.**	**2**	**×**	**10^{13}**	**Electron**	**capture**
碲	-	-	锑	-	-	1	.	2	×	-	电子	捕获

碲-123 锑-123 1.2 × 10^{13} 电子俘获

[ˈlænθənəm] - - [ˈbeəriəm] - - [wʌn] . [wʌn] × - ([ˈtəʊt(ə)l]) [ɪˈlektrɒn] [ˈkæptʃə(r)]

Lanthanum	-	**138**	**Barium**	-	**138**	**1**	**.**	**1**	**×**	**10^{11}**	**(**	**total**	**)**	**Electron**	**capture**
镧	-	-	钡	-	-	1	.	1	×	-	(	全部的	)	电子	捕获

镧-138 钡-138 1.1 × 10^{11}（总计）电子俘获

[ˈsɪəriəm] - - [ˈbiːtə] [dɪˈkeɪ]

Cerium	-	**138**	**Beta**	**decay**
铈	-	-	Beta	衰变

铈-138β衰变

[ˈsɪəriəm] - - [ˈbeəriəm] - - [faɪv] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]

Cerium	-	**142**	**Barium**	-	**138**	**5**	**×**	**10^{15}**	**ALPHA**	**DECAY**
铈	-	-	钡	-	-	5	×	-	阿尔法	衰变

铈-142 钡-138 5 × 10^{15} α衰变

[ˌniːəʊˈdɪmiəm] - - [ˈsɪəriəm] - - [ˌtuːˈtuː] . [fɔːr] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]

Neodymium	-	**144**	**Cerium**	-	**140**	**2**	**.**	**4**	**×**	**10^{15}**	**Alpha**	**decay**
钕	-	-	铈	-	-	2	.	4	×	-	阿尔法	衰变

钕-144 铈-140 2.4 × 10^{15} α衰变

[səˈmeəriəm] - - [ˌniːəʊˈdɪmiəm] - - [wʌn] . - × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]

Samarium	-	**147**	**Neodymium**	-	**143**	**1**	**.**	**06**	**×**	**10^{11}**	**Alpha**	**decay**
钐	-	-	钕	-	-	1	.	-	×	-	阿尔法	衰变

钐-147 钕-143 1.06 × 10^{11} α衰变

[səˈmeəriəm] - - [ˌniːəʊˈdɪmiəm] - - [wʌn] . [ˌtuːˈtuː] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]

Samarium	-	**148**	**Neodymium**	-	**144**	**1**	**.**	**2**	**×**	**10^{13}**	**Alpha**	**decay**
钐	-	-	钕	-	-	1	.	2	×	-	阿尔法	衰变

钐-148 钕-144 1.2 × 10^{13} α衰变

[səˈmeəriəm] - - [ˌniːəʊˈdɪmiəm] - - ~4 × - ?

Samarium	-	**149**	**Neodymium**	-	**145**	**~4**	**×**	**10^{14}**	**?**
钐	-	-	钕	-	-	~4	×	-	?

钐-149 钕-145 ~4 × 10^{14}?

['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Alpha	**decay**
阿尔法	衰变

α衰变

[ˌgædə'lɪniəm]	-	-	[sə'meəriəm]	-	-	[wʌn]	.	[wʌn]	×	-
Gadolinium	**-**	**152**	**Samarium**	**-**	**148**	**1**	**.**	**1**	**×**	**10^{14}**
钆	-	-	钐	-	-	1	.	1	×	-

钆-152 钐-148 1.1 × 10^{14}

['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Alpha	**decay**
阿尔法	衰变

α衰变

[dɪs'prəʊziəm]	-	-	[ˌgædə'lɪniəm]	-	-	[ˌtuː'tuː]	×	-
Dysprosium	**-**	**156**	**Gadolinium**	**-**	**152**	**2**	**×**	**10^{14}**
镝	-	-	钆	-	-	2	×	-

镝-156 钆-152 2 × 10^{14}

['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Alpha	**decay**
阿尔法	衰变

α衰变

['hæfniəm]	-	-	[ɪ'tɜːbiəm]	-	-	[fɔːr]	.	[θriː]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Hafnium	**-**	**174**	**Ytterbium**	**-**	**170**	**4**	**.**	**3**	**×**	**10^{15}**	**Alpha**	**decay**
铪	-	-	镱	-	-	4	.	3	×	-	阿尔法	衰变

铪-174 镱-170 4.3 × 10^{15} α衰变

[luː'tiːʃiəm; luː'tiːsiəm]	-	-	['hæfniəm]	-	-	[ˌtuː'tuː]	.	[ˌtuː'tuː]	×	-	['biːtə]	[dɪ'keɪ]
Lutetium	**-**	**176**	**Hafnium**	**-**	**176**	**2**	**.**	**2**	**×**	**10^{10}**	**Beta**	**decay**
镥	-	-	铪	-	-	2	.	2	×	-	Beta	衰变

镥-176 铪-176 2.2 × 10^0 Beta 衰变

['riːniəm]	-	-	['ɒzmiəm]	-	-	[fɔːr]	×	-	['biːtə]	[dɪ'keɪ]
Rhenium	**-**	**187**	**Osmium**	**-**	**187**	**4**	**×**	**10^{10}**	**Beta**	**decay**
铼	-	-	锇	-	-	4	×	-	Beta	衰变

铼-187 锇-187 4 × 10^{10} β衰变

['plætɪnəm]	-	-	['ɒzmiəm]	-	-	['sɛvən]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Platinum	**-**	**190**	**Osmium**	**-**	**186**	**7**	**×**	**10^{11}**	**Alpha**	**decay**
铂	-	-	锇	-	-	7	×	-	阿尔法	衰变

铂-190 锇-186 7 × 10^{11} α衰变

[liːd]	-	-	['mɜːkjəri]	-	-	[wʌn]	.	[fɔːr]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Lead	**-**	**204**	**Mercury**	**-**	**200**	**1**	**.**	**4**	**×**	**10^{17}**	**Alpha**	**decay**
带领	-	-	汞	-	-	1	.	4	×	-	阿尔法	衰变

铅-204 汞-200 1.4 × 10^{17} α衰变

['θɔːriəm]	-	-	[liːd]	-	-	[wʌn]	.	-	×	-	[sɪks]	['ælfə]	+	[fɔːr]	['biːtə]	[	['sɛvən]	]
Thorium	**-**	**232**	**Lead**	**-**	**208**	**1**	**.**	**41**	**×**	**10^{10}**	**6**	**Alpha**	**+**	**4**	**beta**	**[**	**7**	**]**
钍	-	-	带领	-	-	1	.	-	×	-	6	阿尔法	+	4	测试版	[	7	]

钍-232 铅-208 1.41 × 10^{10} 6 α + 4 β[7]

[juˈreɪniəm]	-	-	[liːd]	-	-	['sɛvən]	.	-	×	-	['sɛvən]	['ælfə]	+	[fɔːr]	['biːtə]
Uranium	**-**	**235**	**Lead**	**-**	**207**	**7**	**.**	**13**	**×**	**10^{8}**	**7**	**Alpha**	**+**	**4**	**beta**
铀	-	-	带领	-	-	7	.	-	×	-	7	阿尔法	+	4	测试版

铀-235 铅-207 7.13 × 10^{8} 7 α + 4 β

[juˈreɪniəm]	-	-	[liːd]	-	-	[fɔːr]	.	-	×	-	[eit]	['ælfə]	+	[sɪks]	beta7
Uranium	**-**	**238**	**Lead**	**-**	**206**	**4**	**.**	**51**	**×**	**10^{8}**	**8**	**Alpha**	**+**	**6**	**beta7**
铀	-	-	带领	-	-	4	.	-	×	-	8	阿尔法	+	6	beta7

铀-238 铅-206 4.51 × 10^{8} 8 α + 6 β7

[ɪn][ə; eɪ] [lɑːdʒ] ['nʌmbə(r)][ɒv; əv][ˌreɪdiəʊ'æktɪv]['njuːkliaɪ][ɒv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n][kaɪnd] ,

In	a	large	number	of	radioactive	nuclei	of	a	given	kind	,
在	一个	大的	数字	的	放射性	细胞核	的	一个	给定	种类	,

在大量特定种类的放射性原子核中，

[ə; eɪ]['sɜːt(ə)n] ['frækʃn] [wɪl] [dɪ'keɪ] [ɪn][ə; eɪ][spə'sɪfɪk][leŋkθ; leŋθ][ɒv; əv][taɪm] .

a	certain	fraction	will	decay	in	a	specific	length	of	time	.
一个	肯定	分数	将要	衰变	在	一个	具体的	长度	的	时间	.

一定比例的物质会在特定的时间内衰减。

[lets] [teɪk] [ðɪs] ['fræktʃn] [æz; əz][wʌn] - [hɑːf][ænd; ənd] ['meʒə(r)] [ðə; ði][taɪm][ˌaɪ 'tiː] [teɪks] [fɔː(r); fə(r)]

Let's	take	this	fraction	as	one	-	half	and	measure	the	time	it	takes	for
我们来吧	拿	这	分数	作为	一	-	一半	和	措施	这	时间	它	需要	为了

[hɑːf][ðə; ði]['njuːkliaɪ][tuː; tə] [dɪ'keɪ] .

half	the	nuclei	to	decay	.
一半	这	细胞核	到	衰变	.

我们把这个分数设为二分之一，然后测量一半原子核衰变所需的时间。

[ðɪs] [taɪm][ˌaɪ 'tiː][ɪz] [kɔːld] [ðə; ði] [hɑːf] - [laɪf] [ɒv; əv] [ðæt] [pə'tɪkjələ(r)]['njuːkliəs][ænd; ənd][ðeə(r)]

This	time	it	is	called	the	HALF	-	LIFE	of	that	particular	nucleus	and	there
这	时间	它	是	称为	这	一半	-	生活	的	那	特别的	核	和	那里

[ɑː(r); ə(r)] ['veəriəs] ['ækjərət] ['fɪzɪk(ə)l] [weɪz] [ɒv; əv] ['meʒərɪŋ] [ˌaɪ 'tiː] .

are	various	accurate	physical	ways	of	measuring	it	.
是	各种各样的	准确的	身体的	方式	的	测量	它	.

这次它被称为该特定原子核的半衰期，并且有各种精确的物理方法可以测量它。

['djʊərɪŋ][ðə; ði]['ɪntəv(ə)l][ɒv; əv][wʌn][hɑːf] - [laɪf] , [wʌn] - [hɑːf][ɒv; əv][ðə; ði]['njuːkliaɪ] [wɪl] [dɪ'keɪ] ,

During	the	interval	of	one	half	-	life	,	one	-	half	of	the	nuclei	will	decay	,
期间	这	间隔	的	一	一半	-	生活	,	一	-	一半	的	这	细胞核	将要	衰变	,

在一个半衰期内，一半的原子核会发生衰变。

['djʊərɪŋ][ðə; ði][nekst][hɑːf] - [laɪf][hɑːf][ɒv; əv] [wʌts] [left] [wɪl] [dɪ'keɪ] , [ænd; ənd][səʊ][ɒn] .

during	the	next	half	-	life	half	of	what's	left	will	decay	,	and	so	on	.
期间	这	下一个	一半	-	生活	一半	的	是什么	左边	将要	衰变	,	和	所以	在	.

在下一个半衰期内，剩余物质的一半会衰变，依此类推。

[wiː; wi] [meɪ] ['tæbjuleɪt][ˌaɪ 'tiː][laɪk] [ðɪs] :

We	may	tabulate	it	like	this	:
我们	可能	制表	它	喜欢	这	:

我们可以这样列表：

[ɪ'læpst] [taɪm] (['nʌmbə(r)][ɒv; əv][hɑːf] - [laɪvz; lɪvz])

Elapsed	time	(	Number	of	half	-	lives	)
过去	时间	(	数字	的	一半	-	生活	)

经过的时间（半衰期数）

[ə'maʊnt] [left][ɒv; əv] [wɒt] [wɒz; wəz][ə'rɪdʒənəli] present1 ½2 ¼3 ⅛4 - / - - / - - / - - / -

Amount	left	of	what	was	originally	present1	½2	¼3	⅛4	1	/	165	1	/	326	1	/	647	1	/	128
数量	左边	的	什么	曾是	起初	present1	½2	¼3	⅛4	-	/	-	-	/	-	-	/	-	-	/	-

剩余量（原先存在的数量）1 ½ 2 ¼ 3 ⅛ 4 1/16 5 1/32 6 1/64 7 1/128

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] , ['ɑːftə(r)]['sev(ə)n][hɑːf] - [laɪvz; lɪvz] ,

In	other	words	,	after	seven	half	-	lives	,
在	其他	字	,	后	七	一半	-	生活	,

换句话说，经过七个半衰期后，

[les] [ðæn; ðən][wʌn] % [ɒv; əv][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l] [ə'maʊnt] [ɒv; əv][mə'tɪərɪəl] [wɪl] [stɪl] [biː; bi][ˌreɪdɪəʊ'æktɪv]

less	than	1	%	of	the	original	amount	of	material	will	still	be	radioactive
较少的	比	1	%	的	这	原来的	数量	的	材料	将要	仍然	是	放射性

[ænd; ənd][ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] - % + [ɒv; əv][ɪts]['ætəmz] [wɪl] [hæv; həv] [biːn] [kən'vɜːtɪd] [tuː; tə]['ætəmz]

and	the	remaining	99	%	+	of	its	atoms	will	have	been	converted	to	atoms
和	这	其余的	-	%	+	的	它是	原子	将要	有	到过	转换	到	原子

[ɒv; əv][ə'nʌðə(r)]['njuːklaɪd] .

of	another	nuclide	.
的	其他	核素	.

原物质中只有不到 1% 仍具有放射性，其余 99% 以上的原子将转化为另一种核素的原子。

[ðɪs] [kaɪnd][ɒv; əv]['prəʊses][kæn; kən][biː; bi] [meɪd] [ðə; ði]['beɪsɪs][ɒv; əv][ə; eɪ] [klɒk] .

This	kind	of	process	can	be	made	the	basis	of	a	clock	.
这	种类	的	过程	能	是	制成	这	基础	的	一个	钟	.

这种过程可以作为时钟的基础。

[ˌaɪ 'tiː] [wɜːks] , [ɪn] [ɪ'fekt] , [laɪk][ðə; ði]['ʌpə(r)]['tʃeɪmbə(r)][ɒv; əv][æn; ən] ['aʊəglɑːs] .

It	works	,	in	effect	,	like	the	upper	chamber	of	an	hourglass	.
它	作品	,	在	影响	,	喜欢	这	上	房间	的	一个	滴漏	.

它的作用实际上就像沙漏的上层一样。

[ˌmæθə'mætɪkli] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['rɪt(ə)n] :

Mathematically	it	is	written	:
数学上	它	是	书面	:

用数学术语来说：

[en] = N_0e - -

N	=	N_0e	-	λt
N	=	N_0e	-	-

$N = N_0e^{-\lambda t}$

[weə(r)]

where
在哪里

在哪里

[en] = [ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv][ˌreɪdɪəʊ'æktɪv]['ætəmz]['prez(ə)nt][ɪn][ðə; ði] ['sɪstəm] [naʊ] ,

N	=	the	number	of	radioactive	atoms	present	in	the	system	now	,
N	=	这	数字	的	放射性	原子	展示	在	这	系统	现在	,

= 系统中当前存在的放射性原子数量，

N_0 = [ðə; ði]['nʌmbə(r)] [ðæt] [wɒz; wəz]['prez(ə)nt] [wen] [tiː] = - , ([ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] ,

N_0	=	the	number	that	was	present	when	t	=	0	,	(	in	other	words	,
N_0	=	这	数字	那	曾是	展示	什么时候	t	=	-	,	(	在	其他	字	,

N_0 = t = 0 时存在的数字，（换句话说，

[æt; ət][ðə; ði][taɪm][ðə; ði] [klɒk] ['stɑːtɪd]) ,

at	the	time	the	clock	started	)	,
在	这	时间	这	钟	开始	)	,

（时钟开始计时时）

[iː] = [ðə; ði] [beɪs] [ɒv; əv]['nætʃ(ə)rəl] ([ɔː(r)] [nə'pɪərɪən] [[eit]]) ['lɔgəriθmz] ([ðə; ði][njuː'merɪk(ə)l]['vælјuː]

e	=	the	base	of	natural	(	or	Napierian	[	8	]	)	logarithms	(	the	numerical	value
e	=	这	根据	的	自然的	(	或者	纳皮里安	[	8	]	)	对数	(	这	数值	价值

[ɒv; əv][iː] = [ˌtuː'tuː] . - . . .) ,

of	e	=	2	.	718	.	.	.	)	,
的	e	=	2	.	-	.	.	.	)	,

e = 自然对数（或纳皮尔对数[8]）的底数（e 的数值为 2.718 ...），

- (['læmdə]) = [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [reɪt] [ɒv; əv][ðə; ði][ˌreɪdɪəʊ'æktɪv][mə'tɪərɪəl] ,

λ	(	lambda	)	=	the	decay	rate	of	the	radioactive	material	,
-	(	lambda	)	=	这	衰变	速度	的	这	放射性	材料	,

λ（lambda）=放射性物质的衰变率，

[ɪk'sprest] [ɪn]['ætəmz] [dɪ'keɪɪŋ] [pə(r)]['ætəm][pə(r)]['juːnɪt][ɒv; əv][taɪm] ,

expressed	**in**	**atoms**	**decaying**	**per**	**atom**	**per**	**unit**	**of**	**time**	**,**
表达	在	原子	腐烂的	每	原子	每	单元	的	时间	,

以每单位时间内每个原子衰变的原子数表示

[tiː] = [ðə; ði] [taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns] [ðə; ði]['ɒrɪdʒɪn][ɒv; əv] ['sɪstəm] , [ɪk'sprest] [ɪn][ðə; ði]

t	**=**	**the**	**time**	**that**	**has**	**elapsed**	**since**	**the**	**origin**	**of**	**system**	**,**	**expressed**	**in**	**the**
t	=	这	时间	那	有	过去	自从	这	起源	的	系统	,	表达	在	这

[seɪm] ['juːnɪts] . [eit]

same	**units**	**.**	**8**
相同的	单位	.	8

= 自系统起始点以来经过的时间，单位与起始点相同。8

['ɒbviəsli] , [ɪn]['ɔːd(ə)n(ə)ri] [kɒmpjʊ'teɪʃnz] [ðæt] [wʊd] [nɒt][biː; bi] [ɪ'nʌf] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [tuː; tə]

Obviously	**,**	**in**	**ordinary**	**computations**	**that**	**would**	**not**	**be**	**enough**	**information**	**to**
明显地	,	在	普通的	计算	那	会	不是	是	足够的	信息	到

['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm] ,

calculate	**the**	**time**	**,**
计算	这	时间	,

显然，在普通的计算中，这些信息不足以计算时间。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðeə(r)] [stɪl] [ɑː(r); ə(r)] [tuː] [ʌnn'əʊnz] , N_0 [ænd; ənd][tiː] . [ɪn][ə; eɪ] [kləʊzd] ['sɪstəm] ,

because	**there**	**still**	**are**	**two**	**unknowns**	**,**	**N_0**	**and**	**t**	**.**	**In**	**a**	**closed**	**system**	**,**
因为	那里	仍然	是	二	未知	,	N_0	和	t	.	在	一个	关闭	系统	,

因为仍然存在两个未知数，N_0 和 t。在一个封闭系统中，

[haʊ'evə(r)] , [ðə; ði]['ætəmz] [ðæt] [hæv; həv] [dɪ'keɪd] [duː; də][nɒt] [ˌdɪsə'pɪə(r)] ['ɪntuː] [θɪn] [eə(r)] .

however	**,**	**the**	**atoms**	**that**	**have**	**decayed**	**do**	**not**	**disappear**	**into**	**thin**	**air**	**.**
然而	,	这	原子	那	有	腐烂的	做	不是	消失	进入	薄的	空气	.

然而，衰变的原子并不会凭空消失。

[ðeɪ] ['mɪəli] [tʃeɪndʒ] ['ɪntuː]['ʌðə(r)]['ætəmz] , [kɔːld] ['dɔːtə(r)] ['ætəmz] , [ænd; ənd] [rɪ'meɪn] [ɪn][ðə; ði]

They	**merely**	**change**	**into**	**other**	**atoms**	**,**	**called**	**daughter**	**atoms**	**,**	**and**	**remain**	**in**	**the**
他们	仅仅	改变	进入	其他	原子	,	称为	女儿	原子	,	和	保持	在	这

['sɪstəm] .

system	**.**
系统	.

它们只是转变为其他原子，称为子原子，并留在系统中。

[ænd; ənd][æt; ət] ['eni] [pɔɪnt] [ɪn] [taɪm] ,

And	**at**	**any**	**point**	**in**	**time**	**,**
和	在	任何	观点	在	时间	,

在任何时间点，

[ðeə(r)] [wɪl] [biː; bi][bəuθ] ['peərənt] [ænd; ənd] ['dɔːtə(r)] ['ætəmz] [mɪkst] [tə'geðə(r)] [ɪn][ðə; ði][mə'tɪərɪəl] .

there	**will**	**be**	**both**	**PARENT**	**and**	**DAUGHTER**	**atoms**	**mixed**	**together**	**in**	**the**	**material**	**.**
那里	将要	是	两个都	父母	和	女儿	原子	混合	一起	在	这	材料	.

材料中将同时存在母原子和子原子。

[ðə; ði]['əʊldə][ðə; ði][mə'tɪərɪəl] , [ðə; ði][mɔː(r)] [d'ɔːtəz] [ænd; ənd][ðə; ði]['fjuːə(r)]['peərənts] .

The	**older**	**the**	**material**	**,**	**the**	**more**	**daughters**	**and**	**the**	**fewer**	**parents**	**.**
这	老	这	材料	,	这	更多的	女儿们	和	这	更少	父母	.

材料越老，女儿越多，父母越少。

[sʌm; səm] [d'ɔːtəz] [ɑː(r); ə(r)]['ɔːlsəʊ][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] , [bʌt; bət] [ðɪs] [dʌz] [nɒt] [tʃeɪndʒ] [ðə; ði]['beɪsɪk]

Some	**daughters**	**are**	**also**	**radioactive**	**,**	**but**	**this**	**does**	**not**	**change**	**the**	**basic**
一些	女儿们	是	还	放射性	,	但	这	做	不是	改变	这	基本的

[ˌsɪtʃu'eɪʃ(ə)n] .

situation	**.**
情况	.

有些女儿也具有放射性，但这并不能改变基本情况。

[ðʌs] [ˌaɪ 'tiː] [fˈɒləʊz] [ðæt]
Thus **it** **follows** **that**
因此 它 跟随 那

因此，可以得出以下结论：

N_0 = [en] + [diː]
N_0 **=** **N** **+** **D**
N_0 = N + D

$N_0 = N + D$

[weə(r)] [diː] = [ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['dɔːtə(r)] ([dɪˈkeɪd]) ['ætəmz] .
where **D** **=** **the** **number** **of** **daughter** **(** **decayed** **)** **atoms** **.**
在哪里 D = 这 数字 的 女儿 (腐烂的) 原子 .

其中 D = 子原子（衰变原子）的数量。

[wiː; wi] [meɪ] [ðen] ['sʌbstɪtjuːt] ['ɪntuː][ðə; ði][fɜːst][ɪˈkweɪʒ(ə)n]
We **may** **then** **substitute** **into** **the** **first** **equation**
我们 可能 然后 代替 进入 这 第一的 方程

然后我们可以将其代入第一个方程

[en] = ([en] + [diː]) [iː] - -
N **=** **(** **N** **+** **D** **)** **e** **-** **λt**
N = (N + D) e - -

$= (N + D)\, e^{-\lambda t}$

[ænd; ənd] [sɒlv]
and **solve**
和 解决

并解决

[tiː] = [wʌn] / - · [ˌɛlˈɛn] ([wʌn] + [diː] / [en])
t **=** **1** **/** **λ** **·** **ln** **(** **1** **+** **D** **/** **N** **)**
t = 1 / - · ln (1 + D / N)

$= 1/\lambda \cdot \ln(1 + D/N)$

[weə(r)] [ˌɛlˈɛn] = [ðə; ði]['nætʃ(ə)rəl]['lɒgərɪðəm] , [ðə; ði]['lɒgərɪðəm][tuː; tə] [beɪs] [iː] .
where **ln** **=** **the** **natural** **logarithm** **,** **the** **logarithm** **to** **base** **e** **.**
在哪里 ln = 这 自然的 对数 , 这 对数 到 根据 e .

其中 ln = 自然对数，以 e 为底的对数。

[ðɪs] [kaɪnd][ɒv; əv] ['sɪstəm] [kæn; kən][biː; bi] [ˌreprɪ'zentɪd] ['kruːdli] [baɪ][æn; ən][əʊld] - ['fæʃ(ə)nd]
This **kind** **of** **system** **can** **be** **represented** **crudely** **by** **an** **old** **-** **fashioned**
这 种类 的 系统 能 是 代表 粗略地 经过 一个 老的 - 造型
['aʊəglɑːs] , [æz; əz] [ʃəʊn] [ɪn][ðə; ði]['fɪgə(r)] ,
hourglass **,** **as** **shown** **in** **the** **figure** **,**
滴漏 , 作为 所示 在 这 数字 ,

这种系统可以用老式的沙漏粗略地表示，如图所示。

[wɪtʃ] [hæz; həz][ðə; ði] [pəˈræmɪtəz] [ɒv; əv] [ðiːz] [ɪˈkweɪʒnz] [mɑːkt] .
which **has** **the** **parameters** **of** **these** **equations** **marked** **.**
哪个 有 这 参数 的 这些 方程式 标记 .

其中标记了这些方程的参数。

([kiːp] [ɪn][maɪnd] , [haʊˈevə(r)] , [ðæt] [ðɪs] [ɪz]['əʊnli][ə; eɪ][grəʊs][əˈnælədʒi] .
(**Keep** **in** **mind** **,** **however** **,** **that** **this** **is** **only** **a** **gross** **analogy** **.**
(保持 在 头脑 , 然而 , 那 这 是 仅有的 一个 总的 类比 .

（但请记住，这只是一个粗略的类比。）

['nju:kliə(r)] [klɒks] [rʌn] [æt; ət] ['lɒgərɪðmɪkli] [dɪ'kri:sɪŋ] [reɪts] , [bʌt; bət] [ðə; ði] [spi:d] [ɒv; əv] [ə; eɪ]

Nuclear	**clocks**	**run**	**at**	**logarithmically**	**decreasing**	**rates**	**,**	**but**	**the**	**speed**	**of**	**a**
核	时钟	跑步	在	对数	递减	利率	,	但	这	速度	的	一个

[gʊd] ['aʊəglɑ:s] [ɪz] ['rʌfli] ['kɒnstənt] .)

good	**hourglass**	**is**	**roughly**	**constant**	**.**	**)**
好的	滴漏	是	大致	持续的	.	)

核钟的运行速度呈对数递减趋势，但一个好的沙漏的运行速度大致恒定。）

[æn; ən] ['aʊəglɑ:s] ['ɪləstreɪts] [æn; ən] [aɪ'di:əl] [kləʊzd] ['sɪstəm] .

An	**hourglass**	**illustrates**	**an**	**ideal**	**closed**	**system**	**.**
一个	滴漏	图示	一个	理想的	关闭	系统	.

沙漏象征着一个理想的封闭系统。

['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] [rɪ'mu:vd] — [ðə; ði] [sænd] [dʒʌst] [rʌnz] [frɒm; frəm] [ðə; ði] [tɒp]

Nothing	**is**	**added**	**and**	**nothing**	**is**	**removed**	**—**	**the**	**sand**	**just**	**runs**	**from**	**the**	**top**
没有什么	是	额外	和	没有什么	是	已移除	—	这	沙	只是	跑步	从	这	顶部

[bʌlb] [tu:; tə] [ðə; ði] ['bɒtəm] . [naɪn]

bulb	**to**	**the**	**bottom**	**.**	**9**
电灯泡	到	这	底部	.	9

既没有添加任何东西，也没有移除任何东西——沙子只是从顶部的球状物流到底部。9

[rɪ'membə(r)] [ðæt] [ðə; ði] [dɪ'keɪɪŋ] ['nju:kliəs] [dʌz] [nɒt] [ˌdɪsə'pɪə(r)] .

Remember	**that**	**the**	**decaying**	**nucleus**	**does**	**not**	**disappear**	**.**
记住	那	这	腐烂的	核	做	不是	消失	.

记住，衰变的原子核并不会消失。

[ˌaɪ 'ti:] ['tʃeɪndʒɪz] ['ɪntu:] [ə'nʌðə(r)] ['nju:kliəs] ,

It	**changes**	**into**	**another**	**nucleus**	**,**
它	变化	进入	其他	核	,

它会变成另一个细胞核，

[ænd; ənd] [ðɪs] [nju:] ['nju:kliəs] [fɔ:mz] [æn; ən] ['ætəm] [ðæt] [meɪ] [bi:; bi] ['kæptʃəd] [ænd; ənd] [held] [fɪkst] [baɪ]

and	**this**	**new**	**nucleus**	**forms**	**an**	**atom**	**that**	**may**	**be**	**captured**	**and**	**held**	**fixed**	**by**
和	这	新的	核	表格	一个	原子	那	可能	是	捕获	和	握住	固定的	经过

['nætʃ(ə)rəl] ['prəʊsesɪz] .

natural	**processes**	**.**
自然的	流程	.

这种新形成的原子核可以被自然过程捕获并固定下来。

[ðə; ði] [dɪ'keɪd] ['nju:kliaɪ] [ɑ:(r); ə(r)] [ðʌs] [kə'lektɪd] , [səʊ] [ðæt] [hɪə(r)] [wi:; wi] [hæv; həv] [ðə; ði] ['bɒtəm]

The	**decayed**	**nuclei**	**are**	**thus**	**collected**	**,**	**so**	**that**	**here**	**we**	**have**	**the**	**bottom**
这	腐烂的	细胞核	是	因此	集	,	所以	那	这里	我们	有	这	底部

['tʃeɪmbə(r)] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['aʊəglɑ:s] .

chamber	**of**	**the**	**hourglass**	**.**
房间	的	这	滴漏	.

衰变的原子核由此被收集起来，这就是沙漏的底部腔室。

[bʌt; bət] ['sʌmtaɪmz] [wi:; wi] [ni:d] ['əʊnli] [ðə; ði] [tɒp] ['tʃeɪmbə(r)] [ɒv; əv] [æn; ən] ['aʊəglɑ:s] .

But	**sometimes**	**we**	**need**	**only**	**the**	**top**	**chamber**	**of**	**an**	**hourglass**	**.**
但	有时	我们	需要	仅有的	这	顶部	房间	的	一个	滴漏	.

但有时我们只需要沙漏的上层。

[ðə; ði] ['kɑ:bən] - - [klɒk]

THE	**CARBON**	**-**	**14**	**CLOCK**
这	碳	-	-	钟

碳-14时钟

['kɑ:bən] - - [dɪ'keɪ] [ɪz] [ðə; ði] [best] [ɪg'zɑ:mp(ə)l] [ɒv; əv] [ə; eɪ] [tɒp] - ['əʊnli] ['aʊəglɑ:s] .

Carbon	**-**	**14**	**decay**	**is**	**the**	**best**	**example**	**of**	**a**	**top**	**-**	**only**	**hourglass**	**.**
碳	-	-	衰变	是	这	最好的	例子	的	一个	顶部	-	仅有的	滴漏	.

碳-14衰变是只有顶部的沙漏的最佳例证。

['kɑ:bən] - - [ɪz] ['kɒnstəntli] ['bi:ɪŋ] [prə'dju:st] [ɪn][ðə; ði]['ʌpə(r)] ['ætməsfɪə(r)] [frɒm; frəm]['ætəmz][ɒv; əv]

Carbon	-	**14**	**is**	**constantly**	**being**	**produced**	**in**	**the**	**upper**	**atmosphere**	**from**	**atoms**	**of**
碳	-	-	是	不断地	存在	生产	在	这	上	气氛	从	原子	的

['naɪtrədʒən] - - ['bi:ɪŋ] [strʌk] [baɪ] ['nju:trɔnz] [ðæt] [hæd; həd][ðeə(r)]['ɒrɪdʒɪn][ɪn] ['kɒzmɪk] [reɪz] .

nitrogen	-	**14**	**being**	**struck**	**by**	**neutrons**	**that**	**had**	**their**	**origin**	**in**	**COSMIC**	**RAYS**	**.**
氮	-	-	存在	击	经过	中子	那	有	他们的	起源	在	宇宙	射线	.

碳-14 不断地在高层大气中产生，它是由氮-14 原子受到来自宇宙射线的中子撞击而形成的。

[ðə; ði] [rɪ'ækʃn] [ɪz] ['rɪt(ə)n] :

The	**reaction**	**is**	**written**	**:**
这	反应	是	书面	:

反应式如下：

^{14}N + ['nju:trɒn] → ^{14}C + ['prəʊtɒn]

^{14}N	**+**	**neutron**	**→**	**^{14}C**	**+**	**proton**
^{14}N	+	中子	→	^{14}C	+	质子

^{14}N + 中子 → ^{14}C + 质子

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ðen] [f'ɒləʊz] , [wɪð] [ə; eɪ][hɑ:f] - [laɪf][ɒv; əv] - [j'iəz] [[naɪn]] [fɔ:(r); fə(r)][ðə; ði]

Radioactive	**decay**	**then**	**follows**	**,**	**with**	**a**	**half**	**-**	**life**	**of**	**5800**	**years**	**[**	**9**	**]**	**for**	**the**
放射性	衰变	然后	跟随	,	和	一个	一半	-	生活	的	-	年	[	9	]	为了	这

^{14}C .

^{14}C	**.**
^{14}C	.

随后发生放射性衰变，^{14}C 的半衰期为 5800 年[9]。

^{14}C → ^{14}N + [ɪ'lektrɒn] (['bi:tə] ['pɑ:tɪk(ə)l])

^{14}C	**→**	**^{14}N**	**+**	**electron**	**(**	**BETA**	**PARTICLE**	**)**
^{14}C	→	^{14}N	+	电子	(	测试版	粒子	)

^{14}C → ^{14}N + 电子（β粒子）

[ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'kɑ:bən] [ɪ'mɪts] [æn; ən] [ɪ'lektrɒn] [ænd; ənd]['tʃeɪndʒɪz] [bæk] ['ɪntu:]['naɪtrədʒən] .

The	**radiocarbon**	**emits**	**an**	**electron**	**and**	**changes**	**back**	**into**	**nitrogen**	**.**
这	放射性碳	发出	一个	电子	和	变化	后退	进入	氮	.

放射性碳释放一个电子后重新转化为氮。

[æz; əz][fɑ:(r)][æz; əz] ['eniwʌn] [kæn; kən] [tel] ,

As	**far**	**as**	**anyone**	**can**	**tell**	**,**
作为	远的	作为	任何人	能	告诉	,

就目前所知，

^{14}C [wɒz; wəz] [prə'dju:st] [æt; ət][ə; eɪ] ['kɒnstənt] [reɪt] [ə'bʌv] [ðə; ði] [ɜ:θ] [fɔ:(r); fə(r)][æt; ət] [li:st] - ,

^{14}C	**was**	**produced**	**at**	**a**	**constant**	**rate**	**above**	**the**	**earth**	**for**	**at**	**least**	**50**	**,**
^{14}C	曾是	生产	在	一个	持续的	速度	多于	这	地球	为了	在	至少	-	,

至少在50年间，地球上空的^{14}C以恒定速率产生。

- [j'iəz] [bɪ'fɔ:(r)][ðə; ði][fɜ:st][ə'tɒmɪk] [bɒm] [wɒz; wəz][ɪk'spləʊdɪd] .

000	**years**	**before**	**the**	**first**	**atomic**	**bomb**	**was**	**exploded**	**.**
-	年	前	这	第一的	原子	炸弹	曾是	爆炸了	.

在第一颗原子弹爆炸前 000 年。

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜ:dz] ,

In	**other**	**words**	**,**
在	其他	字	,

换句话说，

[ðə; ði] ^{14}C ['saɪk(ə)l][ɪz][laɪk][æn; ən] ['aʊəglɑ:s] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][sænd][ɪn][ðə; ði]['ʌpə(r)] [pɑ:t][ɪz]

the	**^{14}C**	**cycle**	**is**	**like**	**an**	**hourglass**	**in**	**which**	**the**	**sand**	**in**	**the**	**upper**	**part**	**is**
这	^{14}C	循环	是	喜欢	一个	滴漏	在	哪个	这	沙	在	这	上	部分	是

[rɪ'plenɪʃt] [æz; əz][fɑ:st][æz; əz][ˌaɪ 'ti:] [rʌnz] [aʊt] [θru:] [ðə; ði][həʊl][ɪn][ðə; ði] [weɪst] .

replenished	**as**	**fast**	**as**	**it**	**runs**	**out**	**through**	**the**	**hole**	**in**	**the**	**waist**	**.**
补充	作为	快速地	作为	它	跑步	出去	通过	这	洞	在	这	腰部	.

^{14}C 循环就像一个沙漏，上部的沙子会以和腰部孔洞流出的速度一样快地得到补充。

[ə; eɪ]['prəʊses][ɒv; əv] [ðɪs] [sɔ:t] , [weə(r)] [prə'dʌkʃ(ə)n] ['i:kwəlz] [dɪ'keɪ] , [ɪz] [kɔ:ld] [ə; eɪ]['sekjələ(r)]

A	process	of	this	sort	,	where	production	equals	decay	,	is	called	a	SECULAR
一个	过程	的	这	种类	,	在哪里	生产	等于	衰变	,	是	称为	一个	世俗

[ˌi:kwɪ'lɪbriəm] .

EQUILIBRIUM	.
平衡	.

生产等于衰落的这种过程被称为世俗平衡。

[ðə; ði] ['nju:li] [prə'dju:st] ^{14}C [su:n] [ɪz] ['i:vnli] [mɪkst] [wɪð] [ðə; ði]['kɑ:bən][daɪ'ɒksaɪd][ɪn][ðə; ði][eə(r)] ,

The	newly	produced	^{14}C	soon	is	evenly	mixed	with	the	carbon	dioxide	in	the	air	,
这	新	生产	^{14}C	很快	是	均匀地	混合	和	这	碳	二氧化硫	在	这	空气	,

新产生的^{14}C很快与空气中的二氧化碳均匀混合。

[ɪz]['teɪkən][ʌp][baɪ][ɔ:l] ['lɪvɪŋ] [plɑ:nts] , -

is	taken	up	by	all	living	plants	,	10
是	已采取	向上	经过	全部	活的	植物	,	-

被所有活植物吸收，10

[ænd; ənd] [ðen] [faindz][ɪts] [weɪ] ['ɪntu:][ɔ:l] ['lɪvɪŋ] ['ænɪmlz] .

and	then	finds	its	way	into	all	living	animals	.
和	然后	发现	它是	方式	进入	全部	活的	动物	.

然后它会进入所有活体动物体内。

[ɪn] [ɪ'fekt] ,

In	effect	,
在	影响	,

有效，

[ɔ:l] ['kɑ:bən] [ɪn] ['lɪvɪŋ] ['ɔ:rgəˌnɪzəmz] [kən'teɪnz] [ə; eɪ] ['kɒnstənt] [prə'pɔ:ʃ(ə)n] [ɒv; əv] ^{14}C . [ɪf] ['eni] [ɒv; əv] [ðɪs]

all	carbon	in	living	organisms	contains	a	constant	proportion	of	^{14}C	.	If	any	of	this
全部	碳	在	活的	生物	包含	一个	持续的	部分	的	^{14}C	.	如果	任何	的	这

['kɑ:bən] [ɪz]['teɪkən] [aʊt] [ɒv; əv][ˌsɜ:kjə'leɪʃ(ə)n] — [wen] [ə; eɪ] [tri:] [brɑ:ntʃ] [ɪz]['brəʊkən] [ɒf] ,

carbon	is	taken	out	of	circulation	—	when	a	tree	branch	is	broken	off	,
碳	是	已采取	出去	的	循环	—	什么时候	一个	树	分支	是	破碎的	离开	,

生物体内所有碳都含有恒定比例的^{14}C。如果这些碳中有任何一部分从循环中移除——例如树枝折断时，

[fɔ:(r); fə(r)] ['ɪnstəns] ,

for	instance	,
为了	实例	,

例如，

[ɔ:(r)] [wen] [ə; eɪ] ['ʃelfɪʃ] [daɪz][ɪn][ðə; ði]['əʊʃ(ə)n] — [nəʊ][mɔ:(r)][nju:] ^{14}C [ɪz] ['ædɪd] [tu:; tə] [ðæt]

or	when	a	shellfish	dies	in	the	ocean	—	no	more	new	^{14}C	is	added	to	that
或者	什么时候	一个	贝类	死亡	在	这	海洋	—	不	更多的	新的	^{14}C	是	额外	到	那

[pə'tɪkjələ(r)] ['sɪstəm] ,

particular	system	,
特别的	系统	,

或者当一只贝类在海洋中死亡时——就不会再有新的^{14}C添加到该特定系统中，

[bʌt; bət][ðə; ði][əʊld] ^{14}C [kən'tɪnju:z] [tu:; tə] [rʌn] [aʊt] .

but	the	old	^{14}C	continues	to	run	out	.
但	这	老的	^{14}C	继续	到	跑步	出去	.

但是旧的^{14}C仍在不断耗尽。

[ɪn] [ɪ'fekt] [ˌaɪ 'ti:] [naʊ] [stɑ:rts] ['meʒərɪŋ] [taɪm][æz; əz][æn; ən] ['aʊəglɑ:s] [ʃʊd; ʃəd] .

In	effect	it	now	starts	measuring	time	as	an	hourglass	should	.
在	影响	它	现在	开始	测量	时间	作为	一个	滴漏	应该	.

实际上，它现在开始像沙漏一样计时了。

[tu:; tə] ['ɪləstreɪt] ['sekjələ(r)] [ˌi:kwɪ'lɪbriəm] ,

To	illustrate	secular	equilibrium	,
到	阐明	世俗	平衡	,

为了说明长期均衡，

[wʌn][mʌst; məst][ɪ'mædʒɪn][æn; ən] ['aʊəglɑːs] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][sænd][ɪn][ðə; ði][tɒp] [bʌlb] [ɪz] [kən'tɪnjuəsli]

one	must	imagine	an	hourglass	in	which	the	sand	in	the	top	bulb	is	continuously
一	必须	想象	一个	滴漏	在	哪个	这	沙	在	这	顶部	电灯泡	是	持续

[rɪ'plenɪʃt] — [æz; əz][fɑːst][æz; əz][ˌaɪ 'tiː] [rʌnz] [aʊt] [θruː] [ðə; ði][həʊl][ɪn][ðə; ði][weɪst][ænd; ənd]

replenished	—	as	fast	as	it	runs	out	through	the	hole	in	the	waist	and
补充	—	作为	快速地	作为	它	跑步	出去	通过	这	洞	在	这	腰部	和

[ˌdisə'piə] .

disappears	.
消失	.

必须想象一个沙漏，顶部球状物中的沙子不断被补充——就像它从腰部的孔洞流出消失一样快。

[wen] [wiː; wi][faɪnd][ə; eɪ] [piːs] [ɒv; əv] ['tʃɑːkəʊl] [ɪn][ə; eɪ] [keɪv] [ɔː(r)][ə; eɪ] [piːs] [ɒv; əv] [wʊd] [ɪn]

When	we	find	a	piece	of	charcoal	in	a	cave	or	a	piece	of	wood	in
什么时候	我们	寻找	一个	片	的	木炭	在	一个	洞穴	或者	一个	片	的	木头	在

[sʌm; səm] ['eɪnʃənt] ['strʌktʃə(r)] ,

some	ancient	structure	,
一些	古老的	结构	,

当我们在洞穴中发现一块木炭，或者在一些古代建筑中发现一块木头时，

[fɔː(r); fə(r)][ɪg'zɑːmp(ə)l] , [wiː; wi][kæn; kən] ['meʒə(r)] [ðə; ði] [ə'maʊnt] [ɒv; əv] ['kɑːbən] [ɪn][ˌaɪ 'tiː] ,

for	example	,	we	can	measure	the	amount	of	carbon	in	it	,
为了	例子	,	我们	能	措施	这	数量	的	碳	在	它	,

例如，我们可以测量其中的碳含量。

[dɪ'tɜːmɪn] [haʊ] [mʌtʃ] [ɒv; əv][ˌaɪ 'tiː][ɪz] ^{14}C ,

determine	how	much	of	it	is	^{14}C	,
决定	如何	很多	的	它	是	^{14}C	,

确定其中有多少是^{14}C，

[ænd; ənd] [ðen] ['kælkjuleɪt] [bæk] [tuː; tə][ðə; ði][taɪm] [wen] [ðə; ði][ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti][frɒm; frəm][ðə; ði] ^{14}C

and	then	calculate	back	to	the	time	when	the	radioactivity	from	the	^{14}C
和	然后	计算	后退	到	这	时间	什么时候	这	放射性	从	这	^{14}C

[wɒz; wəz][ðə; ði] [seɪm] [æz; əz][wiː; wi] [naʊ] [faɪnd][ɪn] ['lɪvɪŋ] [wʊd] .

was	the	same	as	we	now	find	in	living	wood	.
曾是	这	相同的	作为	我们	现在	寻找	在	活的	木头	.

然后回溯计算，直到 ^{14}C 的放射性与我们现在在活木中发现的放射性相同的时候。

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] ,

In	other	words	,
在	其他	字	,

换句话说，

[ɪf] [wiː; wi] [ə'sjuːm] [ðæt] [wiː; wi] [nəʊ] [frɒm; frəm][ðə; ði] [əb'zɜːvd] ['sekjələ(r)][ˌiːkwɪ'lɪbriəm] [haʊ] [mʌtʃ]

if	we	assume	that	we	know	from	the	observed	secular	equilibrium	how	much
如果	我们	认为	那	我们	知道	从	这	观察到	世俗	平衡	如何	很多

^{14}C [ə'rɪdʒənəli][wɒz; wəz]['prez(ə)nt][ɪn] ['lɪvɪŋ] [mə'tɪəriəl] ,

^{14}C	originally	was	present	in	living	material	,
^{14}C	起初	曾是	展示	在	活的	材料	,

如果我们假设我们从观察到的长期平衡中知道生物物质中最初含有多少^{14}C，

[ðen] [wiː; wi][kæn; kən]['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm][ɒv; əv] [deθ] [ɒv; əv]['eni]['sɪmələ(r)][bʌt; bət]['eɪnʃənt]

then	we	can	calculate	the	time	of	death	of	any	similar	but	ancient
然后	我们	能	计算	这	时间	的	死亡	的	任何	相似的	但	古老的

[mə'tɪəriəl] .

material	.
材料	.

这样我们就可以计算出任何类似但古代材料的死亡时间。

[ðæt] [ɪz][ðə; ði]['beɪsɪs][ɒv; əv][ðə; ði] ^{14}C ['meθəd] [ɒv; əv][eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] . -

That	is	the	basis	of	the	^{14}C	method	of	age	determination	.	11	-
那	是	这	基础	的	这	^{14}C	方法	的	年龄	决心	.	-	

这就是^{14}C测年法的基础。[11]

['daɪnəsɔ:(r)] [træks] [ɪm'prɪntɪd] [ɪn] [rɒk] [ɪn]['nævəhəʊ]['kænjən] , [ˌærɪ'zəʊnə] , [ə'raʊz] [ðə; ði] [prə'feʃən(ə)l]

Dinosaur	tracks	imprinted	in	rock	in	Navajo	Canyon	,	Arizona	,	arouse	the	professional
恐龙	轨道	印记	在	岩石	在	纳瓦霍	峡谷	,	亚利桑那	,	引起	这	专业的

['ɪntrəst] [ɒv; əv] [ðɪs] ['saɪəntɪst] .

interest	of	this	scientist	.
兴趣	的	这	科学家	.

亚利桑那州纳瓦霍峡谷岩石上留下的恐龙足迹引起了这位科学家的专业兴趣。

['fɒs(ə)l]['treɪsɪs][ɒv; əv][ɪk'stɪŋkt][ˌpri:hɪ'stɒrɪk] ['kri:tʃəz] [wɜ:(r); wə(r)][fɔ:(r); fə(r)][ə; eɪ] [lɒŋ] [taɪm][ðə; ði][best]

Fossil	traces	of	extinct	prehistoric	creatures	were	for	a	long	time	the	best
化石	痕迹	的	灭绝	史前	生物	是	为了	一个	长的	时间	这	最好的

[klu:z] [tu:; tə][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] [rɒk] [fɔ:m'eɪʃənz] .

clues	to	the	age	of	rock	formations	.
线索	到	这	年龄	的	岩石	阵型	.

史前灭绝生物的化石痕迹长期以来一直是确定岩层年龄的最佳线索。

[ə; eɪ] ['saɪəntɪst] ['ju:zɪŋ]['lɪkwɪd]['naɪtrədʒən][tu:; tə] [fri:z] ['kɑ:bən][daɪ'ɒksaɪd][gæs] [meɪd] [frɒm; frəm][ə; eɪ]

A	scientist	using	liquid	nitrogen	to	freeze	carbon	dioxide	gas	made	from	a
一个	科学家	使用	液体	氮	到	冻结	碳	二氧化硫	气体	制成	从	一个

['sɑ:mp(ə)l][ɒv; əv] ['eɪnʃənt] [mə'tɪəriəl] [ðæt] [hi:; hi][ɪz] [prɪ'peərɪŋ] [fɔ:(r); fə(r)][eɪdʒ] [dɪˌtɜ:mɪ'neɪʃ(ə)n] [baɪ][ðə; ði]

sample	of	ancient	material	that	he	is	preparing	for	age	determination	by	the
样本	的	古老的	材料	那	他	是	准备	为了	年龄	决心	经过	这

['kɑ:bən] - - [tek'ni:k] . -

carbon	-	14	technique	.	12
碳	-	-	技术	.	-

一位科学家使用液氮冷冻从古代材料样本中提取的二氧化碳气体，他正准备用碳-14技术测定该样本的年代。[12]

[fɔ:(r); fə(r)][ɪg'zɑ:mp(ə)l] ,

For	example	,
为了	例子	,

例如，

[ə; eɪ][bɪt][ɒv; əv][ə; eɪ]['rɑ:ftə(r)][frɒm; frəm][ə; eɪ][ˌpri:hɪ'stɒrɪk] [klɪf] - ['dwelɪŋ] [ɔ:(r)][ə; eɪ] ['remnənt] [ɒv; əv]

a	bit	of	a	rafter	from	a	prehistoric	cliff	-	dwelling	or	a	remnant	of
一个	少量	的	一个	椽	从	一个	史前	悬崖	-	住宅	或者	一个	剩	的

['tʃɑ:kəʊl] [frɒm; frəm][æn; ən] ['eɪnʃənt] ['faɪə(r)] [meɪ] [bi:; bi] ['ænlˌaɪz] [fɔ:(r); fə(r)][ɪts] [rɪ'meɪnɪŋ] ^{14}C

charcoal	from	an	ancient	fire	may	be	analyzed	for	its	remaining	^{14}C
木炭	从	一个	古老的	火	可能	是	分析	为了	它是	其余的	^{14}C

['kɒntent] ,

content	,
内容	,

可以分析史前崖居的一小段椽木或古代火灾遗留的木炭，以确定其中剩余的^{14}C含量。

[ænd; ənd][ɪts][eɪdʒ] [dɪ'tɜ:mɪnd] ['ækjərətli] [wɪ'ðɪn] [ðə; ði]['mɑ:dʒɪn][ɒv; əv][ə; eɪ][fju:] ['hʌndrəd] [j'iəz] .

and	its	age	determined	accurately	within	the	margin	of	a	few	hundred	years	.
和	它是	年龄	决定	准确	之内	这	利润	的	一个	很少	百	年	.

其年代测定准确，误差在几百年之内。

[ðɪs] ['fɪksɪz][ðə; ði][taɪm][æt; ət] [wɪtʃ] [ðə; ði] [wʊd] [fɔ:(r); fə(r)][ðə; ði]['rɑ:ftə(r)][ɔ:(r)][ðə; ði] ['faɪəwʊd]

This	fixes	the	time	at	which	the	wood	for	the	rafter	or	the	firewood
这	修复	这	时间	在	哪个	这	木头	为了	这	椽	或者	这	柴

[wɒz; wəz]['brəʊkən][ɔ:(r)][kʌt][frɒm; frəm][ðə; ði] ['lɪvɪŋ] [tri:] ,

was	broken	or	cut	from	the	living	tree	,
曾是	破碎的	或者	切	从	这	活的	树	,

这样就确定了椽木或柴火是从活树上折断或砍伐下来的时间。

[ænd; ənd] [hens] [ðə; ði]['pɪəriəd][ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][men][lɪvd; 'laɪvd] [hu:] [ju:st] [ðə; ði] [wʊd] .

and	hence	the	period	in	which	the	men	lived	who	used	the	wood	.
和	因此	这	时期	在	哪个	这	男人	居住地	WHO	用过的	这	木头	.

因此，也就确定了使用木材的人们所生活的时期。

[ðə; ði][məʊst]['juːsf(ə)l] ['sæmpl] [fɔː(r); fə(r)]['kɑːbən] - - [eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] [ɑː(r); ə(r)] ['tʃɑːkəʊl] , [wʊd]
The **most** **useful** **samples** **for** **carbon** **-** **14** **age** **determination** **are** **charcoal** **,** **wood**
这 最多 有用 样品 为了 碳 - - 年龄 决心 是 木炭 , 木头
, [ænd; ənd] [ʃelz] .
, **and** **shells** **.**
, 和 贝壳 .

用于测定碳-14年龄的最有用样品是木炭、木材和贝壳。

['kɑːbən] - - ['kaʊntɪŋ]
Carbon **-** **14** **Counting**
碳 - - 计数

碳-14计数

['kɑːbən] - - ['meʒəm(ə)nts] [ɑː(r); ə(r)] [meɪd] [baɪ] ['teɪkɪŋ] [ə; eɪ] [nəʊn] [ə'maʊnt] [ɒv; əv]['kɑːbən] ,
Carbon **-** **14** **measurements** **are** **made** **by** **taking** **a** **known** **amount** **of** **carbon** **,**
碳 - - 测量 是 制成 经过 采取 一个 已知 数量 的 碳 ,
[rɪ'dʊsɪŋ] [ˌaɪ 'tiː][tuː; tə][ə; eɪ][gæs] ,
reducing **it** **to** **a** **gas** **,**
减少 它 到 一个 气体 ,

碳-14的测量方法是取已知量的碳，将其还原成气体，

[ænd; ənd] [ðen] ['kaʊntɪŋ] [ðə; ði] ^{14}C [dis,inti'greiʃən] [ɪn][ðə; ði][gæs] .
and **then** **counting** **the** **^{14}C** **disintegrations** **in** **the** **gas** **.**
和 然后 计数 这 ^{14}C 瓦解 在 这 气体 .

然后计算气体中 ^{14}C 的衰变次数。

[ðɪs] [meɪ] [saʊnd] ['sɪmp(ə)l] , [bʌt; bət][ɪn][riˈæləti][ðə; ði] ['meʒəmənt] ['prəʊses][ɪz][ə; eɪ][fə'mɪdəb(ə)l]
This **may** **sound** **simple** **,** **but** **in** **reality** **the** **measurement** **process** **is** **a** **formidable**
这 可能 声音 简单的 , 但 在 现实 这 测量 过程 是 一个 强大
[ˌʌndə'teɪkɪŋ] ,
undertaking **,**
承诺 ,

这听起来很简单，但实际上测量过程是一项艰巨的任务。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðə; ði][ə'maʊnt][ɒv; əv][ðə; ði] ^{14}C ['aɪsətəʊp][ɪn][ðə; ði]['kɑːbən][ɪz][səʊ] [ɪk'striːmli] [smɔːl] .
because **the** **amount** **of** **the** **^{14}C** **isotope** **in** **the** **carbon** **is** **so** **extremely** **small** **.**
因为 这 数量 的 这 ^{14}C 同位素 在 这 碳 是 所以 极其 小的 .

因为碳中^{14}C同位素的含量非常少。

([ðə; ði][rɪ'meɪndə(r)][ɒv; əv][ðə; ði]['kɑːbən] , [ɒv; əv] [kɔːs] , [kən'sɪsts][ɒv; əv]['ʌðə(r)]['aɪsəˌtəʊps] — ^{12}C [ɔː(r)]
(**The** **remainder** **of** **the** **carbon** **,** **of** **course** **,** **consists** **of** **other** **isotopes** **—** **^{12}C** **or**
(这 余 的 这 碳 , 的 课程 , 由 的 其他 同位素 — ^{12}C 或者
^{13}C , [wɪtʃ] [ɑː(r); ə(r)]['steɪb(ə)l] .)
^{13}C **,** **which** **are** **stable** **.** **)**
^{13}C , 哪个 是 稳定的 .)

（当然，剩余的碳是由其他同位素——稳定的^{12}C或^{13}C组成。）

[ðeə(r)][ɑː(r); ə(r)] [tuː] ['beɪsɪk] [tek'niːks] .
There **are** **two** **basic** **techniques** **.**
那里 是 二 基本的 技术 .

有两种基本技术。

[ðə; ði]['kɑːbən][kæn; kən][biː; bi] : [wʌn] .
The **carbon** **can** **be** **:** **1** **.**
这 碳 能 是 : 1 .

碳可以是：1.

[bɜːnd] [wɪð] ['ɒksɪdʒən][tuː; tə] [fɔːm] ['kɑːbən][daɪ'ɒksaɪd] , or2 .
Burned **with** **oxygen** **to** **form** **carbon** **dioxide** **,** **or2** **.**
烧伤 和 氧 到 形式 碳 二氧化硫 , or2 .

与氧气燃烧生成二氧化碳，或2。

[rɪ'dju:st] ['kemɪkli] [tu:; tə] ['mi:θeɪn] [ɔ:(r)] ['i:θeɪn] ,
Reduced chemically to methane or ethane ,
减少 化学 到 甲烷 或者 乙烷 ,

经化学还原为甲烷或乙烷，

[ɔ:(r)][tu:; tə][ə; eɪ]['kɑ:baɪd][frɒm; frəm] [wɪtʃ] [ə'setəli:n] [kæn; kən][bi:; bi] [ɪ'vɒlvd] [baɪ] ['ædɪŋ] ['wɔ:tə(r)] .
or to a carbide from which acetylene can be evolved by adding water .
或者 到 一个 碳化物 从 哪个 乙炔 能 是 进化 经过 添加 水 .

或者，通过加水可以从碳化物中释放出乙炔。

([si:] ['bʊklət] ['kʌvə(r)][ænd; ənd] [dɪ'skrɪpʃn] [ɒn][peɪdʒ] - .)
(See booklet cover and description on page 59 .)
(看 小册子 覆盖 和 描述 在 页 - .)

（参见小册子封面及第59页的说明。）

[ðə; ðɪ][fɜ:st] [tek'ni:k] [ɪz][ðə; ðɪ] ['sɪmplə] ,
The first technique is the simpler ,
这 第一的 技术 是 这 更简单 ,

第一种方法比较简单，

[bʌt; bət]['kɑ:bən][daɪ'ɒksaɪd] (CO_2) [kən'teɪnz]['əʊnli][wʌn]['ætəm][ɒv; əv]['kɑ:bən][pə(r)] ['mɒlɪkju:l] ,
but carbon dioxide (CO_2) contains only one atom of carbon per molecule ,
但 碳 二氧化硫 (CO_2) 包含 仅有的 一 原子 的 碳 每 分子 ,

但二氧化碳（CO_2）分子中每个只含有一个碳原子，

[ˌweər'æz] [ə'setəli:n] (C_2H_2) [ænd; ənd] ['i:θeɪn] (C_2H_6) [i:tʃ] [kən'teɪn] [tu:] .
whereas acetylene (C_2H_2) and ethane (C_2H_6) each contain two .
然而 乙炔 (C_2H_2) 和 乙烷 (C_2H_6) 每个 包含 二 .

而乙炔（C_2H_2）和乙烷（C_2H_6）各含有两个碳原子。

['kɒnsɪkwəntli] , [ðə; ðɪ] [spə'sɪfɪk] [æk'tɪvəti] [ɒv; əv] [ə'setəli:n] or13
Consequently , the SPECIFIC ACTIVITY of acetylene or13
最后 , 这 具体的 活动 的 乙炔 or13

因此，乙炔或13的比活度

['i:θeɪn] [ɪz] [twaɪs] [ðæt] [ɒv; əv]['kɑ:bən][daɪ'ɒksaɪd] , ['ʌðə(r)] [θɪŋz] ['bi:ɪŋ] ['i:kwəl] .
ethane is twice that of carbon dioxide , other things being equal .
乙烷 是 两次 那 的 碳 二氧化硫 , 其他 事物 存在 平等的 .

在其他条件相同的情况下，乙烷的密度是二氧化碳的两倍。

[fɔ:(r); fə(r)] [ðæt] ['ri:z(ə)n] [ə'setəli:n] [ɔ:(r)] ['i:θeɪn] [ɑ:(r); ə(r)][ðə; ðɪ] [prɪ'fɜ:d] ['gæsɪz][ɪn][sʌm; səm]
For that reason acetylene or ethane are the preferred gases in some
为了 那 原因 乙炔 或者 乙烷 是 这 首选 气体 在 一些
['læbrətɔ:riz] .
laboratories .
实验室 .

因此，乙炔或乙烷是某些实验室的首选气体。

[ɒn] [ðə; ðɪ]['ʌðə(r)][hænd] , [ðeɪ] [ɑ:(r); ə(r)][ɪk'spləʊsɪv] ,
On the other hand , they are explosive ,
在 这 其他 手 , 他们 是 爆炸物 ,

另一方面，它们具有爆炸性。

[ænd; ənd] [ðæt] ['kɔ:ʃnz] ['ʌðə(r)] ['saɪəntɪsts] ['ɪntu:]['ju:zɪŋ][ðə; ðɪ]['kɑ:bən][daɪ'ɒksaɪd] ['meθəd] .
and that cautions other scientists into using the carbon dioxide method .
和 那 警告 其他 科学家 进入 使用 这 碳 二氧化硫 方法 .

这提醒其他科学家要谨慎使用二氧化碳法。

[wɪtʃ'evə(r)] [gæs][ɪz] [ju:st] ,
Whichever gas is used ,
任何 气体 是 用过的 ,

无论使用哪种气体，

[ˌaɪ ˈtiː][ɪz][fɜːst][ˈpjʊərɪfaɪd][ænd; ənd] [ðen] [stɔː(r)d][ɪn][ə; eɪ]['bɒt(ə)l][fɔː(r); fə(r)][ə; eɪ] [mʌnθ] [ɔː(r)][səʊ] .

it	is	first	purified	and	then	stored	in	a	bottle	for	a	month	or	so	.
它	是	第一的	纯化	和	然后	存储	在	一个	瓶子	为了	一个	月	或者	所以	.

首先进行提纯，然后装瓶保存一个月左右。

[ðɪs] ['stɔːrɪdʒ] [ə'laʊz] [fɔː(r); fə(r)] [dɪ'keɪ] ([ˌdɪsə'pɪərəns]) [ɒv; əv] ['eni] ['reɪdɒn] , [ðə; ði] ['gæsiəs]

This	storage	allows	for	decay	(	disappearance	)	of	any	radon	,	the	gaseous
这	贮存	允许	为了	衰变	(	消失	)	的	任何	氡	,	这	气态

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['prɒdʌkt] [ɒv; əv][ju'reɪniəm] [dɪ'keɪ] .

radioactive	product	of	uranium	decay	.
放射性	产品	的	铀	衰变	.

这种储存方式可以使氡（铀衰变产生的放射性气体产物）衰变（消失）。

[juˈreɪniəm][kənˌtæmɪˈneɪʃ(ə)n][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə][ə'vɔɪd][æt; ət][ðə; ði] [ləʊ] [ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti]['lev(ə)lz][ɒv; əv] ^{14}C

Uranium	contamination	is	difficult	to	avoid	at	the	low	radioactivity	levels	of	^{14}C
铀	污染	是	难的	到	避免	在	这	低的	放射性	级别	的	^{14}C

,

,

,

在放射性水平较低的^{14}C下，铀污染很难避免。

[bʌt; bət][ðə; ði][hɑːf] - [laɪf][ɒv; əv]['reɪdɒn][ɪz]['əʊnli][θriː] . - [deɪz] ,

but	the	half	-	life	of	radon	is	only	3	.	82	days	,
但	这	一半	-	生活	的	氡	是	仅有的	3	.	-	天	,

但氡的半衰期只有3.82天。

[səʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː] [wɪl] [dɪ'keɪ] [tuː; tə][æn; ən] [ˌɪnsɪg'nɪfɪkənt] ['lev(ə)l][ɪn][ə; eɪ] [mʌnθ] .

so	that	it	will	decay	to	an	insignificant	level	in	a	month	.
所以	那	它	将要	衰变	到	一个	微不足道	等级	在	一个	月	.

这样一来，一个月后它就会衰减到微不足道的水平。

['ɑːftə(r)][ðə; ði] ['stɔːrɪdʒ] ['pɪəriəd] ,

After	the	storage	period	,
后	这	贮存	时期	,

储存期结束后，

[ðə; ði][gæs][ɪz] [pʌmpt] ['ɪntuː][æn; ən] [ə'reɪ] [ɒv; əv]['ɪnstrʊm(ə)nts] [nəʊn] [æz; əz][ə; eɪ] [ləʊ] - ['bækgraʊnd] [prə'pɔːʃən(ə)l] ['kaʊntə(r)] ,

the	gas	is	pumped	into	an	array	of	instruments	known	as	a	low	-	background	PROPORTIONAL	COUNTER	,
这	气体	是	泵	进入	一个	大批	的	仪器	已知	作为	一个	低的	-	背景	比例	柜台	,

气体被泵入一组被称为低背景比例计数器的仪器中，

[ænd; ənd][ɪts][ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti][ɪz] [dɪ'tɜːmɪnd] .

and	its	radioactivity	is	determined	.
和	它是	放射性	是	决定	.

并测定其放射性。

[ðɪs] [ɪz][æn; ən] [ɪn'vɒlvd] ['prəʊses] .

This	is	an	involved	process	.
这	是	一个	涉及	过程	.

这是一个复杂的过程。

[fɜːst] [ðeə(r)][ɪz][ðə; ði]['mætə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] ['bækgraʊnd] [kaʊnt] .

First	there	is	the	matter	of	the	BACKGROUND	COUNT	.
第一的	那里	是	这	事情	的	这	背景	数数	.

首先是背景计数的问题。

[ðə; ði] ['bækgraʊnd] [kaʊnt] [ɒv; əv] [æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [ɪz] [ðə; ði] ['nʌmbə(r)] [ɒv; əv] ['pʌlsɪz] ([kaʊnts]) [ˌaɪ 'tiː]

The	background	count	of	an	instrument	is	the	number	of	pulses	(	counts	)	it
这	背景	数数	的	一个	乐器	是	这	数字	的	脉冲	(	计数	)	它

[wɪl] [gɪv] [pə(r)] ['juːnɪt] [taɪm] [wen] [ðeə(r)] [ɪz] [nəʊ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['sɑːmp(ə)l] [ɪn] [ˌaɪ 'tiː] .

will	give	per	unit	time	when	there	is	no	radioactive	sample	in	it	.
将要	给	每	单元	时间	什么时候	那里	是	不	放射性	样本	在	它	.

仪器的背景计数是指当仪器中没有放射性样品时，仪器每单位时间内发出的脉冲（计数）数。

[ðiːz] [kaʊnts] [ɑː(r); ə(r)] [kɔːzd] [baɪ] ['kɒzmɪk] [reɪz] ,

These	counts	are	caused	by	cosmic	rays	,
这些	计数	是	导致	经过	宇宙	射线	,

这些计数是由宇宙射线引起的。

[baɪ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [kən'tæmɪ'neɪʃ(ə)n] ['ɔːlweɪz] [faʊnd] [ɪn] [ðə; ði] [və'sɪnəti] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['kaʊntə(r)] ,

by	radioactive	contamination	always	found	in	the	vicinity	of	the	counter	,
经过	放射性	污染	总是	成立	在	这	附近	的	这	柜台	,

柜台附近总是存在放射性污染。

[ɔː(r)] [baɪ] ['eni] [kən'tæmɪ'neɪʃ(ə)n] [ˌɪn'saɪd] [ðə; ði] ['ɪnstrəmənt] .

or	by	any	contamination	inside	the	instrument	.
或者	经过	任何	污染	里面	这	乐器	.

或仪器内部的任何污染。

[ɪn] ^{14}C ['kaʊntɪŋ] , [ɔːl] [ðiːz] ['sɔːsɪz] [ɒv; əv] ['bækgraʊnd] [mʌst; məst] [biː; bi] [rɪ'djuːst] [tuː; tə]

In	^{14}C	counting	,	all	these	sources	of	background	must	be	reduced	to
在	^{14}C	计数	,	全部	这些	来源	的	背景	必须	是	减少	到

['neglɪdʒəb(ə)l] ['lev(ə)lz] .

negligible	levels	.
微不足道	级别	.

在 ^{14}C 计数中，所有这些背景源都必须降低到可忽略的水平。

[ðɪs] [ɪz] [dʌn] [ɪn] [ə; eɪ] ['nʌmbə(r)] [ɒv; əv] [weɪz] .

This	is	done	in	a	number	of	ways	.
这	是	完毕	在	一个	数字	的	方式	.

这可以通过多种方式实现。

[fɔː(r); fə(r)] [wʌn] [θɪŋ] ,

For	one	thing	,
为了	一	事物	,

首先，

[ðə; ði] [həʊl] [ə'sembli] [ɪz] [kən'strʌktɪd] [wɪð] [sə'raʊndɪŋ] [wɔːlz] [ɒv; əv] [liːd] [ɔː(r)] ['aɪən] [mɔː(r)]

the	whole	assembly	is	constructed	with	surrounding	walls	of	lead	or	iron	more
这	所有的	集会	是	建造	和	周围	墙壁	的	带领	或者	铁	更多的

[ðæn; ðən] [ə; eɪ] [fʊt] [θɪk] .

than	a	foot	thick	.
比	一个	脚	厚的	.

整个建筑由厚度超过一英尺的铅或铁制成的围墙构成。

[sʌtʃ] [ə; eɪ] [ʃiːld] [wɪl] [stɒp] [ɔːl] [ðə; ði] ['gæmə] [reɪz] ['kʌmɪŋ] [frɒm; frəm] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [kən'tæmɪ'neɪʃ(ə)n]

Such	a	shield	will	stop	all	the	GAMMA	RAYS	coming	from	radioactive	contamination
这样的	一个	盾	将要	停止	全部	这	伽马	射线	未来	从	放射性	污染

[ɪn] [ðə; ði] [lə'bɒrətri] [ænd; ənd] [mʌtʃ] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['kɒzmɪk] [ˌreɪdi'eɪʃn] ;

in	the	laboratory	and	much	of	the	cosmic	radiation	;
在	这	实验室	和	很多	的	这	宇宙	辐射	;

这样的屏蔽层可以阻挡实验室中放射性污染产生的所有伽马射线和大部分宇宙辐射；

[haɪ] - ['enədʒi] ['kɒzmɪk] [reɪz] [ænd; ənd] [ɔːl] ['njuːtrɔnz] [stɪl] [wɪl] [get] [θruː] .

high	-	energy	cosmic	rays	and	all	neutrons	still	will	get	through	.
高的	-	活力	宇宙	射线	和	全部	中子	仍然	将要	得到	通过	.

高能宇宙射线和所有中子仍然会穿透它。

['ðeəfɔ:(r)] , [ðeə(r)][ɪz][æn; ən] [ˌæntɪkəʊˈɪnsɪdəns] [rɪŋ] [ˌɪn'saɪd][ðə; ði] [li:d] [ʃi:ld] .

Therefore	**,**	**there**	**is**	**an**	**ANTICOINCIDENCE**	**RING**	**inside**	**the**	**lead**	**shield**	**.**
所以	,	那里	是	一个	反巧合	戒指	里面	这	带领	盾	.

因此，铅屏蔽层内设有防撞环。

[ðɪs] [ɪz][ə; eɪ][sə'lɪndrɪk(ə)l] [speɪs] [kəm'pli:tli] [sə'raʊndɪd] [baɪ]['gaɪgə(r)] ['kaʊntər] [ðæt] [ɑ:(r); ə(r)]

This	**is**	**a**	**cylindrical**	**space**	**completely**	**surrounded**	**by**	**GEIGER**	**COUNTERS**	**that**	**are**
这	是	一个	圆柱体	空间	完全地	包围	经过	盖革	计数器	那	是

[kə'nektɪd] [tu:; tə] [i:tʃ] ['ʌðə(r)][ænd; ənd][tu:; tə][ðə; ði]['sɑ:mp(ə)l] ['kaʊntə(r)] [ɪn][ðə; ði]['mɪd(ə)l] .

connected	**to**	**each**	**other**	**and**	**to**	**the**	**SAMPLE**	**COUNTER**	**in**	**the**	**middle**	**.**
连接	到	每个	其他	和	到	这	样本	柜台	在	这	中间	.

这是一个圆柱形空间，四周完全被盖革计数器包围，这些计数器彼此连接，并与中间的样品计数器相连。

[wɪð] [ðɪs] [ə'reɪndʒmənt] , [wen] [ðə; ði]['sɑ:mp(ə)l]['kaʊntə(r)][ænd; ənd]['eni] [rɪŋ] ['kaʊntə(r)] [dɪs'tʃɑ:dʒ]

With	**this**	**arrangement**	**,**	**when**	**the**	**sample**	**counter**	**and**	**any**	**ring**	**counter**	**discharge**
和	这	安排	,	什么时候	这	样本	柜台	和	任何	戒指	柜台	释放

[ˌsɪm(ə)l'teɪniəsli] ,

simultaneously	**,**
同时地	,

在这种配置下，当样品计数器和任意环形计数器同时放电时，

[ˌaɪ 'ti:][ɪz][ə; eɪ]['sɪgnəl] [ðæt] [ðə; ði] [pʌls] ['trɪgərɪŋ] [ðɪs] [rɪ'spɒns] [wɒz; wəz] [kɔ:zd] [baɪ][sʌm; səm]

it	**is**	**a**	**signal**	**that**	**the**	**pulse**	**triggering**	**this**	**response**	**was**	**caused**	**by**	**some**
它	是	一个	信号	那	这	脉冲	触发	这	回复	曾是	导致	经过	一些

[ˌenə'dʒetɪk]['pɑ:tɪk(ə)lz] ,

energetic	**particles**	**,**
精力充沛	颗粒	,

这表明引发这种反应的脉冲是由某些高能粒子引起的。

[sʌtʃ] [æz; əz][ə; eɪ]['kɒzmɪk] [reɪ] , ['pɑ:sɪŋ] [θru:] [ðə; ði] [həʊl] [ə'sembli] .

such	**as**	**a**	**cosmic**	**ray**	**,**	**passing**	**through**	**the**	**whole**	**assembly**	**.**
这样的	作为	一个	宇宙	射线	,	通过	通过	这	所有的	集会	.

例如宇宙射线，穿过整个装置。

[ə; eɪ] [pʌls] [rɪ'kɔ:dɪd] [ˌsɪm(ə)l'teɪniəsli] [ɒn] [tu:] ['kaʊntər] [ɪz] [ˌɔ:tə'mætɪkli] [rɪ'dʒektɪd][frɒm; frəm][ðə; ði]

A	**pulse**	**recorded**	**simultaneously**	**on**	**two**	**counters**	**is**	**automatically**	**rejected**	**from**	**the**
一个	脉冲	记录	同时地	在	二	计数器	是	自动地	拒绝	从	这

['kaʊntɪŋ] ['mekənɪzəmz] .

counting	**mechanisms**	**.**
计数	机制	.

两个计数器同时记录到的脉冲会被计数机构自动剔除。

[sʌm; səm]['ɪnstrʊm(ə)nts][hæv; həv] [bi:n] [dɪ'zaɪnd] [wɪð] [ə; eɪ]['sɪlɪndə(r)][ɒv; əv] ['pærəfɪn] immediately14

Some	**instruments**	**have**	**been**	**designed**	**with**	**a**	**cylinder**	**of**	**paraffin**	**immediately14**
一些	仪器	有	到过	设计	和	一个	圆柱	的	石蜡	immediately14

有些仪器设计之初就带有一个装有石蜡的圆柱体[14]。

[ˌɪn'saɪd][ðə; ði][ˌæntɪkəʊˈɪnsɪdəns] [rɪŋ] , [tu:; tə] [sləʊ] [daʊn] ['nju:trɔnz] [səʊ] [ðæt] [ðeɪ] [kæn; kən][bi:; bi]

inside	**the**	**anticoincidence**	**ring**	**,**	**to**	**slow**	**down**	**neutrons**	**so**	**that**	**they**	**can**	**be**
里面	这	反巧合	戒指	,	到	慢的	向下	中子	所以	那	他们	能	是

['kæptʃəd] ,

captured	**,**
捕获	,

在反符合环内，减慢中子的速度以便将其捕获。

[ænd; ənd] [wɪð] [ə; eɪ]['faɪn(ə)l] [ʃi:ld] [ɒv; əv] ['haɪli] ['pjʊərɪfaɪd] ['mɜ:kjəri] [bɪ'twi:n] [tu:] ['sɪlɪndəz] [ɒv; əv]

and	**with**	**a**	**final**	**shield**	**of**	**highly**	**purified**	**mercury**	**between**	**two**	**cylinders**	**of**
和	和	一个	最终的	盾	的	高度	纯化	汞	之间	二	气缸	的

[sɪ'lektɪd] [sti:l] [tu:; tə][həʊld][aʊt]['i:v(ə)n][mɔ:(r)] [ˌʌn'wɒntɪd] [ˌreɪdi'eɪʃn] .

selected	**steel**	**to**	**hold**	**out**	**even**	**more**	**unwanted**	**radiation**	**.**
已选	钢	到	抓住	出去	甚至	更多的	不需要	辐射	.

最后，在两根精选钢制圆筒之间夹入一层高纯度汞作为最后一道屏蔽层，以阻挡更多不必要的辐射。

[ə; eɪ]['kɑːbən] - - ['kaʊntə(r)] . [sketʃ] ([ə'bʌv]) [ʃəʊz] [ə'reɪndʒmənt] [ɒv; əv][kəm'pəʊnənts][ɪn]['fəʊtəʊ] (
A carbon - 14 counter . Sketch (above) shows arrangement of components in photo (
一个 碳 - - 柜台 . 草图 (多于) 演出 安排 的 成分 在 照片 (
[left]) .
left) .
左边) .

碳-14计数器。上图为照片（左图）中各组件的排列示意图。

['faɪnəli] , [ðə; ði]['sɑːmp(ə)l] ['kaʊntər] [ɑː(r); ə(r)] [meɪd] [ɒv; əv] ['speʃəli] [sɪ'lektɪd] ['met(ə)l]['tjuːbɪŋ] [ðæt] [ɪz]
Finally , the sample counters are made of specially selected metal tubing that is
最后 , 这 样本 计数器 是 制成 的 特别 已选 金属 管道 那 是
[ɪk'striːmli] [ləʊ] [ɪn] radioactive15
extremely low in radioactive15
极其 低的 在 radioactive15

最后，样品计数器采用放射性极低的特选金属管材制成[15]

['kɒntent] , [wɪð] [ə; eɪ][faɪn]['waɪə(r)] [stretʃt] [daʊn] [ðə; ði]['mɪd(ə)l] .
content , with a fine wire stretched down the middle .
内容 , 和 一个 美好的 金属丝 拉伸 向下 这 中间 .

内容物，中间拉紧一根细线。

([ɪn][sʌm; səm]['riːs(ə)nt] [dɪ'zaɪnz] ,
(In some recent designs ,
(在 一些 最近的 设计 ,

（在一些近期的设计中，）

[ðə; ði][ˌæntɪkəʊ'ɪnsɪdəns] [rɪŋ] [ænd; ənd]['sɑːmp(ə)l]['kaʊntə(r)][ɑː(r); ə(r)] [kəm'baɪnd] [ɪn][ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]
the anticoincidence ring and sample counter are combined in a single
这 反巧合 戒指 和 样本 柜台 是 合并 在 一个 单身的
[sə'lɪndrɪk(ə)l] ['haʊzɪŋ] [wɪð] [ə; eɪ] [θɪn] [fɔɪl][ɒv; əv] ['metəˌlaɪzd] ['plæstɪk] [bɪ'twiːn] [ðem; ðəm] .)
cylindrical housing with a thin foil of metallized plastic between them .)
圆柱体 住房 和 一个 薄的 挫败 的 金属化 塑料 之间 他们 .)

反符合环和样品计数器组合在一个圆柱形外壳内，两者之间夹有一层薄薄的金属化塑料箔。）

[ə; eɪ] [θɪn] [glɑːs] ['fɪlɪŋ] [tjuːb] [kə'nekts] [ðə; ði]['sɑːmp(ə)l]['kaʊntə(r)] [wɪð] [ðə; ði][ˌaʊt'saɪd] [wɜːld] .
A thin glass filling tube connects the sample counter with the outside world .
一个 薄的 玻璃 填充 管子 连接 这 样本 柜台 和 这 外部 世界 .

一根细玻璃填充管将样品计数器与外界连接起来。

['diːteɪl][ɒv; əv][wʌn] [taɪp] [ɒv; əv]['sɑːmp(ə)l] - ['kaʊntɪŋ] [tjuːb][fɔː(r); fə(r)]['kɑːbən] - - [wɜːk] .
Detail of one type of sample - counting tube for carbon - 14 work .
细节 的 一 类型 的 样本 - 计数 管子 为了 碳 - - 工作 .

碳-14 样品计数管的其中一种细节图。

['kɑːbən] - - [ɪn] ['benziːn] [gæs] ['mɒlɪkjuːlz] [ɪz] [pleɪst] [ɪn][ðə; ði]['sentrəl] [sel] [ænd; ənd] [mɪkst] [wɪð] [ə; eɪ]
Carbon - 14 in benzene gas molecules is placed in the central cell and mixed with a
碳 - - 在 苯 气体 分子 是 放置 在 这 中央 细胞 和 混合 和 一个
['fluːɪd] [ðæt] ['sintileit] ,
fluid that scintillates ,
体液 那 闪烁体 ,

将苯气体分子中的碳-14置于中心池中，并与闪烁液体混合。

[ɔː(r)] [ɪ'mɪts] [lait] ['flæʃɪz] , [wen] [ɪk'spəʊzd][tuː; tə] [ˌreɪdi'eɪʃn] .
or emits light flashes , when exposed to radiation .
或者 发出 光 闪光灯 , 什么时候 裸露 到 辐射 .

或者，当暴露于辐射时会发出闪光。

[ˌfəʊtəʊ'mʌltɪˌplaɪə(r)] [tjuːbz] [kən'vɜːt] [ðə; ði] ['flæʃɪz] [tuː; tə] [ɪ'lektrɪk] ['sɪgnlz] .
Photomultiplier tubes convert the flashes to electric signals .
光电倍增管 管子 转变 这 闪光灯 到 电的 信号 .

光电倍增管将闪光转换成电信号。

[ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'kɑːbən] - ['beərɪŋ] [gæs][ɪz] [pʌmpt] ['ɪntuː][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l]['kaʊntə(r)] [θruː] [ðə; ði] ['fɪlɪŋ]

The	radiocarbon	-	bearing	gas	is	pumped	into	the	sample	counter	through	the	filling
这	放射性碳	-	轴承	气体	是	泵	进入	这	样本	柜台	通过	这	填充

[tjuːb] ,

tube	,
管子	,

含放射性碳的气体通过填充管被泵入样品计数器中，

[ænd; ənd][ɔːl][ðə; ði] [kaʊnts] [rɪ'zʌltɪŋ] [frɒm; frəm][ɪts] [dis,inti'greiʃən] [ɑː(r); ə(r)] [rɪ'kɔːdɪd] [ɪˌlek'trɒnɪkli]

and	all	the	counts	resulting	from	its	disintegrations	are	recorded	electronically
和	全部	这	计数	结果	从	它是	瓦解	是	记录	电子方式

.

:

.

并且其分解产生的所有计数结果都以电子方式记录下来。

[ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l][ɪz]['kælkjuleɪtɪd][frɒm; frəm][ðə; ði] [net] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] ([ðə; ði]

The	age	of	the	sample	is	calculated	from	the	NET	COUNTING	RATE	(	the
这	年龄	的	这	样本	是	计算	从	这	网	计数	速度	(	这

['sɑːmp(ə)l] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] ['maɪnəs][ðə; ði] ['bækgraʊnd]) ;

sample	counting	rate	minus	the	background	)	;
样本	计数	速度	减	这	背景	)	;

样本年龄是根据净计数率（样本计数率减去背景计数率）计算得出的；

[ðə; ði]['ləʊə(r)][ðə; ði] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] [ðə; ði]['haɪə(r)][ðə; ði][eɪdʒ] .

the	lower	the	counting	rate	the	higher	the	age	.
这	降低	这	计数	速度	这	更高	这	年龄	.

计数率越低，年龄越大。

[ðə; ði]['ʌpə(r)]['lɪmɪt][ɒv; əv][ðə; ði][eɪdʒ] [ðæt] [kæn; kən][biː; bi] ['meʒəd] [ɪz] [dɪ'tɜːmɪnd] [baɪ][ðə; ði]

The	upper	limit	of	the	age	that	can	be	measured	is	determined	by	the
这	上	限制	的	这	年龄	那	能	是	测量	是	决定	经过	这

[stə'tɪstɪk(ə)l] ['erə(r)] ([ðæt] [ɪz] ,

STATISTICAL	ERROR	(	that	is	,
统计	错误	(	那	是	,

可测量年龄的上限由统计误差决定（即，

[baɪ][ðə; ði] ['meʒə(r)] [ɒv; əv][ðə; ði] ['ɪnstrəmənt] ['ækjərəsi]) [ɪn][ðə; ði][net] [kaʊnt] .

by	the	measure	of	the	instrument	accuracy	)	in	the	net	count	.
经过	这	措施	的	这	乐器	准确性	)	在	这	网	数数	.

以仪器精度衡量）净计数。

[ɪn] ['veri] [əʊld] ['sæmpl] [ðɪs] ['erə(r)] [meɪ] [biː; bi] [greɪt] [ɪ'nʌf] [səʊ] [ðæt] [ðə; ði]['kælkjuleɪtɪd][eɪdʒ][ɒv; əv]

In	very	old	samples	this	error	may	be	great	enough	so	that	the	calculated	age	of
在	非常	老的	样品	这	错误	可能	是	伟大的	足够的	所以	那	这	计算	年龄	的

[ðə; ði]['sɑːmp(ə)l] [meɪ] [hæv; həv]['lɪt(ə)l][ɔː(r)][nəʊ] ['miːnɪŋ] .

the	sample	may	have	little	or	no	meaning	.
这	样本	可能	有	小的	或者	不	意义	.

对于非常古老的样本，这种误差可能非常大，以至于计算出的样本年龄可能几乎没有意义或根本没有意义。

['kɑːbən] - - Results16

Carbon	-	14	Results16
碳	-	-	Results16

碳-14 结果16

['ɒbdʒɪkts] ['deɪtɪd] [baɪ] [ˌreɪdiəʊ'kɑːbən]

OBJECTS	DATED	BY	RADIOCARBON
对象	日期	经过	放射性碳

放射性碳测年法测定的物品

[heə(r)][ɒv; əv][æn; ən] [i'dʒɪpʃn] ['wʊmən] .
Hair **of** **an** **Egyptian** **woman** **.**
头发 的 一个 埃及人 女士 .

埃及女性的头发。

- ± - [j'iəz] [əʊld] .
5020 **±** **290** **years** **old** **.**
- ± - 年 老的 .

5020±290岁。

['lɪnɪn] ['ræpɪŋ] [frɒm; frəm][ðə; ðɪ] [ded] [siː] [skrəʊl] [kən'teɪnɪŋ] [ðə; ðɪ] [bʊk] [ɒv; əv][aɪ'zaɪə] .
Linen **wrapping** **from** **the** **Dead** **Sea** **Scroll** **containing** **the** **Book** **of** **Isaiah** **.**
亚麻布 包装 从 这 死的 海 滚动 包含 这 书 的 以赛亚 .

死海古卷的亚麻布包裹着《以赛亚书》。

- ± - [j'iəz] [əʊld] .
1917 **±** **200** **years** **old** **.**
- ± - 年 老的 .

1917 ± 200 年历史。

[pə'ruːviən] [rəʊp] .
Peruvian **rope** **.**
秘鲁 绳索 .

秘鲁绳子。

- ± - [j'iəz] [əʊld] . -
2632 **±** **200** **years** **old** **.** **17**
- ± - 年 老的 . -

年龄为2632±200岁。[17]

[priː'gleɪʃ(ə)l; -sɪəl] [wʊd] [faʊnd] [ɪn][əʊ'haɪəʊ] .
Preglacial **wood** **found** **in** **Ohio** **.**
冰川前期 木头 成立 在 俄亥俄州 .

在俄亥俄州发现了冰川形成之前的木材。

[mɔː(r)][ðæn; ðən] - , - [j'iəz] [əʊld] .
More **than** **20** **,** **000** **years** **old** **.**
更多的 比 - , - 年 老的 .

已有两万多年的历史。

[rəʊp] ['sænd(ə)l] [faʊnd] [ɪn][æn; ən] ['iːstən] ['ɒrəgən] [keɪv] .
Rope **sandal** **found** **in** **an** **eastern** **Oregon** **cave** **.**
绳索 凉鞋 成立 在 一个 东 俄勒冈州 洞穴 .

在俄勒冈州东部的一个洞穴中发现了一双绳结凉鞋。

[wʌn] [ɒv; əv][ə; eɪ][peə(r)][ɒv; əv] - [peəz] [faʊnd] [ɪn] [ðɪs] [keɪv] .
One **of** **a** **pair** **of** **300** **pairs** **found** **in** **this** **cave** **.**
一 的 一个 一对 的 - 对 成立 在 这 洞穴 .

这是在这个洞穴中发现的300对眼镜中的一对。

- ± - [j'iəz] [əʊld] . -
9035 **±** **325** **years** **old** **.** **18**
- ± - 年 老的 . -

年龄为9035±325岁。[18]

['kɑːbən] - - [ɪz][baɪ][fɑː(r)][ðə; ðɪ][məʊst] ['waɪdlɪ] [juːst] ['meθəd] [ɒv; əv] ['meʒərɪŋ] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][taɪm] .
Carbon **-** **14** **is** **by** **far** **the** **most** **widely** **used** **method** **of** **measuring** **geologic** **time** **.**
碳 - - 是 经过 远的 这 最多 广泛 用过的 方法 的 测量 地质 时间 .

碳-14是迄今为止应用最广泛的地质年代测量方法。

[ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [bɪ'kʌm] [ðə; ði] ['meɪnsteɪ] [ɒv; əv] [ˌɑːki'ɒlədʒi] [ænd; ənd][dʒi'ɒlədʒi][fɔː(r); fə(r)] ['stʌdiz]

It	has	become	the	mainstay	of	archeology	and	geology	for	studies
它	有	变得	这	支柱	的	考古学	和	地质学	为了	研究

[ɒv; əv] [ɪ'vents] [ɒv; əv][ðə; ði][pɑːst] - ,

of	events	of	the	past	50	,
的	活动	的	这	过去的	-	,

它已成为考古学和地质学研究过去50年事件的主要手段。

- [j'iəz] [ɔː(r)][səʊ] , [ænd; ənd]['ɔːlsəʊ][hæz; həz][waɪd] [ˌæplɪ'keɪʃ(ə)nz][ɪn][ˌklaɪmə'tɒlədʒi] , [i'kɒlədʒi] ,

000	years	or	so	,	and	also	has	wide	applications	in	climatology	,	ecology	,
-	年	或者	所以	,	和	还	有	宽的	应用程序	在	气候学	,	生态	,

[ænd; ənd] [dʒi'ɒgrəfi] .

and	geography	.
和	地理	.

已有数千年的历史，并且在气候学、生态学和地理学等领域也有广泛的应用。

[ˌaɪ 'tiː] [wʊd] [biː; bi] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə] [pɪk] [aʊt] [ðə; ði][məʊst] [sɪg'nɪfɪkənt] [ɪg'zɑːmp(ə)l][ɒv; əv][ðə; ði][juːz]

It	would	be	difficult	to	pick	out	the	most	significant	example	of	the	use
它	会	是	难的	到	挑选	出去	这	最多	重要的	例子	的	这	使用

[ɒv; əv] [ðɪs] ['meθəd] ,

of	this	method	,
的	这	方法	,

要找出运用这种方法的最显著例子，恐怕很难。

[bʌt; bət][wʌn][ɪm'pɔːt(ə)nt][ˌkɒntrɪ'bjuːʃ(ə)n][hæz; həz] [biːn] [ɪn] ['stʌdi] [ɒv; əv][ðə; ði] ['ɜːli] [ɪn'hæbətənt] [ɒv; əv]

but	one	important	contribution	has	been	in	study	of	the	early	inhabitants	of
但	一	重要的	贡献	有	到过	在	学习	的	这	早期的	居民	的

[nɔːθ] [ə'merɪkə] .

North	America	.
北	美国	.

但其中一项重要贡献是对北美早期居民的研究。

[wɪð] [ðə; ði][eɪd][ɒv; əv] ^{14}C [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [biːn] ['pɒsəb(ə)l][tuː; tə] [deɪt] ['hjuːmən] ['lɪvɪŋ] [saɪts][frɒm; frəm]

With	the	aid	of	^{14}C	it	has	been	possible	to	date	human	living	sites	from
和	这	援助	的	^{14}C	它	有	到过	可能的	到	日期	人类	活的	网站	从

['meni] [pɔɪnts] [ɪn][ðə; ði] ['westən] [juˈnaɪtɪd] [steɪts] .

many	points	in	the	western	United	States	.
许多	积分	在	这	西	团结的	各州	.

借助^{14}C，已经可以确定美国西部许多地方人类居住遗址的年代。

[ðə; ði][fɜːst] [ə'pɪərəns] [ɒv; əv] [ðiːz] [saɪts] , [ə'baʊt] - , - [j'iəz] [ə'gəʊ] ,

The	first	appearance	of	these	sites	,	about	11	,	500	years	ago	,
这	第一的	外貌	的	这些	网站	,	关于	-	,	-	年	前	,

这些遗址最早出现于大约11500年前。

[ə'pærəntli] [ˌkəuin'saidid] [wɪð] [ðə; ði][taɪm] [wen] [ə; eɪ][lænd] [brɪdʒ] [wɒz; wəz]['əʊpən][frɒm; frəm]

apparently	coincided	with	the	time	when	a	land	bridge	was	open	from
显然	巧合	和	这	时间	什么时候	一个	土地	桥	曾是	打开	从

['eɪʒə; 'eɪʃə][tuː; tə][ə'merɪkə]['əʊvə(r)] [wɒt] [ɪz] [naʊ] [ðə; ði]['beərɪŋ] [streɪt] .

Asia	to	America	over	what	is	now	the	Bering	Strait	.
亚洲	到	美国	超过	什么	是	现在	这	白令海峡	海峡	.

这显然与当时连接亚洲和美洲的陆桥（即现在的白令海峡）开放的时间相吻合。

[æn; ən][aɪs] - [friː] ['pæsɪdʒ] [ɪk'stendɪd] [frɒm; frəm] [ðɪs] [brɪdʒ] [θruː] ['prez(ə)nt] - [deɪ] [ə'læskə]

An	ice	-	free	passage	extended	from	this	bridge	through	present	-	day	Alaska
一个	冰	-	自由的	通道	扩展	从	这	桥	通过	展示	-	天	阿拉斯加州

[ænd; ənd] ['westən] ['kænədə][tuː; tə][ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] .

and	western	Canada	to	the	United	States	.
和	西	加拿大	到	这	团结的	各州	.

从这座桥出发，一条无冰通道穿过今天的阿拉斯加和加拿大西部，一直延伸到美国。

[ðɪs] [meɪ] [hæv; həv] [biːn] [ðə; ði] [ruːt] ['teɪkən] [baɪ] [ðə; ði] [fɜːst] ['ɪməgrənt] [tuː; tə] [ə'merɪkə] — [ə; eɪ]

This	may	have	been	the	route	taken	by	the	first	immigrants	to	America	—	a
这	可能	有	到过	这	路线	已采取	经过	这	第一的	移民	到	美国	—	一个

[ˌpɒpju'leɪʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['mæməθ] - ['hʌntəz] ,

population	of	mammoth	-	hunters	,
人口	的	长毛象	-	猎人	,

这可能是第一批移民到美洲的路线——他们是一群猛犸象猎人。

[huː] [meɪd] [ðə; ði] [ˌkærəktə'rɪstɪk] [flɪnt] ['kləʊvɪs] ['ærəʊ] [ænd; ənd] [spɪə(r)] [pɔɪnts] .

who	made	the	characteristic	flint	Clovis	arrow	and	spear	points	.
WHO	制成	这	特征	燧石	克洛维斯	箭	和	矛	积分	.

是谁制作了克洛维斯标志性的燧石箭头和矛尖。

[ə; eɪ] ['kləʊvɪs] ['ærəʊ] [pɔɪnt] [tʃɪpt] [frɒm; frəm] [flɪnt] [baɪ] [ðə; ði] ['ɜːliɪst] [men] [ɒn] [ðə; ði] [ə'merɪkən]

A	Clovis	arrow	point	chipped	from	flint	by	the	earliest	men	on	the	American
一个	克洛维斯	箭	观点	缺口	从	燧石	经过	这	最早	男人	在	这	美国人

['kɒntɪnənt] .

continent	.
大陆	.

这是美洲大陆最早的人类用燧石打制的克洛维斯箭头。

[ðə; ði] ['fəʊtəgrɑːf] [ɪz] ['æktʃuəl] [saɪz] .

The	photograph	is	actual	size	.
这	照片	是	实际的	尺寸	.

照片为实际尺寸。

[baɪ] [ə'baʊt] - , - [j'iəz] [ə'gəʊ] ,

By	about	11	,	000	years	ago	,
经过	关于	-	,	-	年	前	,

大约在11000年前，

[ðiːz] ['kləʊvɪs] ['piːp(ə)l] [hæd; həd] [spred] [ə'krɒs] [ðə; ði] ['eərɪə] [ɒv; əv] [ðə; ði] [juˈnaɪtɪd] [steɪts] [ænd; ənd]

these	Clovis	people	had	spread	across	the	area	of	the	United	States	and
这些	克洛维斯	人们	有	传播	穿过	这	区域	的	这	团结的	各州	和

['ɪntuː] ['meksɪkəʊ] .

into	Mexico	.
进入	墨西哥	.

这些克洛维斯人已经扩散到美国各地以及墨西哥境内。

[ˌaɪ 'tiː] [meɪ] [hæv; həv] [biːn] [ðeɪ] [huː] [kɪld] [ɒf] [ðə; ði] ['mæməθ] [ænd; ənd] [ðen] ['grædʒuəli]

It	may	have	been	they	who	killed	off	the	mammoths	and	then	gradually
它	可能	有	到过	他们	WHO	被杀	离开	这	猛犸象	和	然后	逐步地

[ə'sjuːmd] [ðə; ði] [ˌkærəktə'rɪstɪks] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['fɒlsəm] ['kʌltʃə(r)] .

assumed	the	characteristics	of	the	Folsom	culture	.
假定	这	特征	的	这	福尔松	文化	.

或许是他们猎杀了猛犸象，然后逐渐形成了福尔松文化的特征。

[ðə; ði] ['fɒlsəm] ['piːp(ə)l] [wɜː(r); wə(r)] ['baɪs(ə)n] - ['hʌntəz] , [ænd; ənd] [lɒŋ] [wɜː(r); wə(r)] [θɔːt] [tuː; tə]

The	Folsom	people	were	bison	-	hunters	,	and	long	were	thought	to
这	福尔松	人们	是	野牛	-	猎人	,	和	长的	是	想法	到

[hæv; həv] [biːn] [ðə; ði] [fɜːst] [ˌpɒpju'leɪʃ(ə)n] [ɪn] [ə'merɪkə] .

have	been	the	first	population	in	America	.
有	到过	这	第一的	人口	在	美国	.

福尔松人是野牛猎人，长期以来人们认为他们是美洲最早的居民。

[ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz] [wɪð] [ðə; ði][juːz][ɒv; əv] ^{14}C [ðæt] [ˌaɪ 'tiː]['faɪnəli][wɒz; wəz]['pɒsəb(ə)l][tuː; tə] [pleɪs] [ðiːz]

It	was	with	the	use	of	^{14}C	that	it	finally	was	possible	to	place	these
它	曾是	和	这	使用	的	^{14}C	那	它	最后	曾是	可能的	到	地方	这些

[tuː] ['kʌltʃəz] [ɪn]['prɒpə(r)] ['siːkwəns] — [ðə; ði]['kləʊvɪs][fɜːst] — [ænd; ənd][tuː; tə]['kɒrəleɪt; 'kɒrələt]

two	cultures	in	proper	sequence	—	the	Clovis	first	—	and	to	correlate
二	文化	在	恰当的	顺序	—	这	克洛维斯	第一的	—	和	到	相关

[ðem; ðəm] [wɪð] ['meɪdʒə(r)]['nætʃ(ə)rəl]['tʃeɪndʒɪz] ,

them	with	major	natural	changes	,
他们	和	主要的	自然的	变化	,

正是利用^{14}C，才最终能够将这两种文化按正确的顺序排列——克洛维斯文化在前——并将它们与重大的自然变化联系起来。

[ɪ'speʃəli] [ðə; ði] [əd'vɑːns] [ænd; ənd] [rɪ'triːt] [ɒv; əv] ['glæsiəz] [ə'krɒs] [ðə; ði] ['kɒntɪnənt] . -

especially	the	advance	and	retreat	of	glaciers	across	the	continent	.	19
尤其	这	进步	和	撤退	的	冰川	穿过	这	大陆	.	-

尤其是冰川在整个大陆上的进退运动。19

[ðə; ði] [lɒŋ] - [lɪvd; 'laɪvd] [klɒks]

THE	LONG	-	LIVED	CLOCKS
这	长的	-	居住地	时钟

长寿的钟表

[ɔːl]['ʌðə(r)] ['præktɪkl] [eɪdʒ] - [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] [skiːm] [ɑː(r); ə(r)] [beɪst] [ɒn][ə; eɪ] [fjuː] [lɒŋ] - [lɪvd; 'laɪvd]

All	other	practical	age	-	determination	schemes	are	based	on	a	few	long	-	lived
全部	其他	实际的	年龄	-	决心	方案	是	基于	在	一个	很少	长的	-	居住地

['aɪsətˌəʊps] ,

isotopes	,
同位素	,

其他所有实用的年龄测定方案都是基于少数几种长寿命同位素的。

[wɪð] [hɑːf] - [laɪvz; lɪvz] ['relətɪvli] [nɪə(r)][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] ([fɔːr] . [faɪv] ['iːən]) .

with	half	-	lives	relatively	near	the	age	of	the	earth	(	4	.	5	AEONS	)	.
和	一半	-	生活	相对地	靠近	这	年龄	的	这	地球	(	4	.	5	亿万年	)	.

半衰期与地球年龄（4.5 个万年）相对接近。

[ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)] :

They	are	:
他们	是	:

它们是：

['teɪb(ə)l][θriː]

Table	III
桌子	三、

表三

['aɪsətəʊp] [ɪ'mɪts] [di'kei] [tuː; tə][hɑːf] - [laɪf]

Isotope	Emits	Decays	to	Half	-	life
同位素	发出	衰变	到	一半	-	生活

同位素发射衰变至半衰期

[juˈreɪniəm] - - [eit] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)lz] [-] [liːd] - - [fɔːr] . - ['iːən]

Uranium	-	238	8	ALPHA	PARTICLES	[	10	]	Lead	-	206	4	.	51	aeons
铀	-	-	8	阿尔法	颗粒	[	-	]	带领	-	-	4	.	-	亿万年

铀-238 8个α粒子[10] 铅-206 4.51个纪元

[juˈreɪniəm] - - [spɒn'teɪniəs] ['fɪʃ(ə)n] [ˌtuː'tuː] ['frægmənts] - ['mɪljən] ['iːən] [-]

Uranium	-	238	Spontaneous	fission	2	Fragments	10	million	aeons	[	11	]
铀	-	-	自发的	裂变	2	片段	-	百万	亿万年	[	-	]

铀-238 自发裂变 2 个碎片 1000 万年[11]

[ju'reɪniəm] - - ['sɛvən] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)lz] [liːd] - - - . - ['iːən]
Uranium - 235 7 Alpha particles Lead - 207 0 . 713 aeons
铀 - - 7 阿尔法 颗粒 带领 - - - . - 亿万年

铀-235 7个α粒子 铅-207 0.713个纪元

['θɔːriəm] - - [sɪks] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)lz] [liːd] - - - . [wʌn] ['iːən]
Thorium - 232 6 Alpha particles Lead - 208 14 . 1 aeons
钍 - - 6 阿尔法 颗粒 带领 - - - . 1 亿万年

钍-232 6个α粒子 铅-208 14.1个纪元

[ruː'bɪdiəm] - - ['biːtə]['pɑːtɪk(ə)l]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] - - [fɔːr] . ['sɛvən] ['iːən]
Rubidium - 87 Beta particle Strontium - 87 4 . 7 aeons
铷 - - Beta 粒子 锶 - - 4 . 7 亿万年

铷-87 β粒子 锶-87 4.7 亿年

[pə'tæsiəm] - - [ɪ'lektrɒn] ['kæptʃə(r)] ['ɑːgɒn] - - [wʌn] . [θriː] ['iːən]
Potassium - 40 Electron capture Argon - 40 1 . 3 aeons
钾 - - 电子 捕获 氩气 - - 1 . 3 亿万年

钾-40 电子俘获 氩-40 1.3 亿年

['riːniəm] - - [-] ['biːtə]['pɑːtɪk(ə)l] ['ɒzmiəm] - - - ['iːən]
Rhenium - 187 [12] Beta particle Osmium - 187 40 aeons
铼 - - [-] Beta 粒子 锇 - - - 亿万年

铼-187[12] β粒子 锇-187 40个纪元

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [ə'pærənt] [ðæt] ['teɪb(ə)l][ˌaɪ 'aɪ][ɒn][peɪdʒ][sɪks] , ['ʃəʊɪŋ] [ðə; ði] [lɒŋ] - [lɪvd; 'laɪvd][ˌreɪdiəʊ'æktɪv]
It is apparent that Table II on page 6 , showing the long - lived radioactive
它 是 明显 那 桌子 二 在 页 6 , 显示 这 长的 - 居住地 放射性
['njuːklaɪd] ,
nuclides ,
核素 ,

很明显，第6页的表二列出了长寿命放射性核素，

[ɪz] [mʌtʃ] [lɒŋgə(r)][ðæn; ðən][ðə; ði][lɪst][ɒv; əv][ðə; ði]['sev(ə)n] [ʃəʊn] [hɪə(r)] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)] ['æktʃuəli]
is much longer than the list of the seven shown here that are actually
是 很多 更长 比 这 列表 的 这 七 所示 这里 那 是 实际上
['juːsf(ə)l][ɪn] ['præktɪs] .
useful in practice .
有用 在 实践 .

实际有用的方法远不止这里列出的七个。

[sʌm; səm][ɒv; əv][ðə; ði]['njuːklaɪd] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)] [ˌθɪə'retɪkli] [ə'veɪləb(ə)l][ɑː(r); ə(r)] ['juːsləs] [ɒn][ə; eɪ]
Some of the nuclides that are theoretically available are useless on a
一些 的 这 核素 那 是 理论上 可用的 是 无用 在 一个
['præktɪkl] ['beɪsɪs] ,
practical basis ,
实际的 基础 ,

一些理论上可用的核素在实际应用中毫无用处。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)][səʊ][reə(r)][ɪn]['neɪtʃə(r)] .
because they are so rare in nature .
因为 他们 是 所以 稀有的 在 自然 .

因为它们在自然界中非常罕见。

['meni] ['ʌðə(r)z] ['kænɒt] [biː; bi] [juːst] [fɔː(r); fə(r)] ['riːz(ə)nz] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)][ˌfʌndə'ment(ə)l][tuː; tə][ðə; ði] [həʊl]
Many others cannot be used for reasons that are fundamental to the whole
许多 其他的 不能 是 用过的 为了 原因 那 是 基本的 到 这 所有的
['prəʊses][ɒv; əv]['njuːkliə(r)][eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] [baɪ] “ [həʊl] ['aʊəglɑːs] ” ([ðæt] [ɪz] ,
process of nuclear age determination by “ whole hourglass ” (that is ,
过程 的 核 年龄 决心 经过 “ 所有的 滴漏 ” (那 是 ,

许多其他方法由于“全沙漏法”(即，

['peərənt] - ['dɔ:tə(r)]) ['meθədz] .
parent - **daughter**) **methods** .
父母 - 女儿) 方法 .

亲子）方法。

[lets] [lʊk] [æt; ət] [ði:z] ['ri:z(ə)nz] .
Let's **look** **at** **these** **reasons** .
我们来吧 看 在 这些 原因 .

让我们来看看这些原因。

[ði:z] ['meθədz] [ɑ:(r); ə(r)] [beɪst] [ɒn] [kləʊzd] ['sɪstəmz] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði] ['dɔ:tə(r)] ['prɒdʌkts] [ɒv; əv]
These **methods** **are** **based** **on** **closed** **systems** **in** **which** **the** **daughter** **products** **of**
这些 方法 是 基于 在 关闭 系统 在 哪个 这 女儿 产品 的
[ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɑ:(r); ə(r)] [lɒkt] [wɪð] [ðə; ði]['peərənt][mə'tɪəriəl][frɒm; frəm][ðə; ði] [bɪ'gɪnɪŋ]
the **radioactive** **decay** **are** **locked** **with** **the** **parent** **material** **from** **the** **beginning**
这 放射性 衰变 是 已锁定 和 这 父母 材料 从 这 开始
[ɒv; əv][ðə; ði] ['sɪstəm] ,
of **the** **system** **,**
的 这 系统 ,

这些方法基于封闭系统，其中放射性衰变的子产物从系统一开始就与母体物质锁定在一起。

[ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ɔ:(r)] [rɪ'mu:vd] [ˌðeər'ɑ:ftə(r)] .
and **nothing** **is** **added** **or** **removed** **thereafter** **.**
和 没有什么 是 额外 或者 已移除 此后 .

此后不再添加或删除任何内容。

[tu:; tə] [steɪt] [ˌaɪ 'ti:][ɪn] [tɜ:mz] [ɒv; əv]['aʊə(r)][ə'nælədʒi] ,
To **state** **it** **in** **terms** **of** **our** **analogy** **,**
到 状态 它 在 条款 的 我们的 类比 ,

用我们的类比来表述：

[ðə; ði] ['aʊəglɑ:s] [mʌst; məst][bi:; bi][ɪn] ['pɜ:fɪkt] ['wɜ:kɪŋ] ['ɔ:də(r)] — [nəʊ] [li:ks] [ɔ:(r)] [kræks] [pə'mɪtɪd] .
the **hourglass** **must** **be** **in** **perfect** **working** **order** **—** **no** **leaks** **or** **cracks** **permitted** **.**
这 滴漏 必须 是 在 完美的 在职的 命令 — 不 泄漏 或者 裂缝 允许 .

沙漏必须完好无损——不允许有任何泄漏或裂缝。

[ðeə(r)] [ɪz] [ə'nʌðə(r)] [ˌfʌndə'ment(ə)l] [rɪ'kwaɪəmənt] : [æt; ət][ðə; ði] [bɪ'gɪnɪŋ] , [ðə; ði] ['bɒtəm] [pɑ:t] [ɒv; əv]
There **is** **another** **fundamental** **requirement** **:** **At** **the** **beginning** **,** **the** **bottom** **part** **of**
那里 是 其他 基本的 要求 : 在 这 开始 , 这 底部 部分 的
[ðə; ði] ['aʊəglɑ:s] [mʌst; məst][bi:; bi] ['empti] . -
the **hourglass** **must** **be** **empty** **.** **20**
这 滴漏 必须 是 空的 . -

还有一个基本要求：一开始，沙漏的底部必须是空的。20

[ɪf] [sʌm; səm][sænd][wɜ:(r); wə(r)] [ɔ:l'redi] [ɪn][ðə; ði] ['bɒtəm] [æt; ət][ðə; ði] [stɑ:t] ,
If **some** **sand** **were** **already** **in** **the** **bottom** **at** **the** **start** **,**
如果 一些 沙 是 已经 在 这 底部 在 这 开始 ,

如果一开始底部已经有一些沙子，

[wi:; wi] [wʊd] [mɪ'steɪkənli] [bi:; bi][led][tu:; tə] [kən'klu:d] [ðæt] [ðə; ði][taɪm] [ɪ'læpst] [wɒz; wəz][lɒŋgə(r)]
we **would** **mistakenly** **be** **led** **to** **conclude** **that** **the** **time** **elapsed** **was** **longer**
我们 会 错误地 是 引领 到 结束 那 这 时间 过去 曾是 更长
[ðæn; ðən][ˌaɪ 'ti:] ['æktʃuəli] [wɒz; wəz] .
than **it** **actually** **was** **.**
比 它 实际上 曾是 .

我们可能会错误地认为经过的时间比实际的时间要长。

[ðæt] [nə'sesəti] ['pleɪsɪz][ə; eɪ][sɪ'vɪə(r)][ˌlɪmɪ'teɪʃ(ə)n][ɒn][ðə; ði] [taɪp] [ɒv; əv] ['sɪstəm] [wi:; wi][kæn; kən][ju:z] .
That **necessity** **places** **a** **severe** **limitation** **on** **the** **type** **of** **system** **we** **can** **use** **.**
那 必要性 地方 一个 严重 局限性 在 这 类型 的 系统 我们 能 使用 .

这种必要性严重限制了我们能够使用的系统类型。

[kən'sɪdə(r)] , [fɔː(r); fə(r)][ɪg'zɑːmp(ə)l] , [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv] [pə'tæsiəm] - - ['ɪntuː]['kælsiəm] - - .

Consider	,	for	example	,	the	decay	of	potassium	-	40	into	calcium	-	40	.
考虑	,	为了	例子	,	这	衰变	的	钾	-	-	进入	钙	-	-	.

例如，考虑钾-40衰变为钙-40的过程。

['meʒərɪŋ] [ðɪs] ['prəʊses][ɪz] ['pɜːfɪktli] ['suːtəb(ə)l][frɒm; frəm][ðə; ði] [pɔɪnt] [ɒv; əv] [vjuː] [ɒv; əv][hɑːf] - [laɪf]

Measuring	this	process	is	perfectly	suitable	from	the	point	of	view	of	half	-	life
测量	这	过程	是	完美	合适的	从	这	观点	的	看法	的	一半	-	生活

,

,

,

从半衰期的角度来看，测量这个过程是完全合适的。

[bʌt; bət][ðə; ði] ['dɔːtə(r)] ['prɒdʌkt][ɪz][aɪ'dentɪk(ə)l] [wɪð] [ðə; ði][məʊst] ['kɒmən] ['aɪsətəʊp][ɒv; əv]

but	the	daughter	product	is	identical	with	the	most	common	isotope	of
但	这	女儿	产品	是	完全相同的	和	这	最多	常见的	同位素	的

['ɔːd(ə)n(ə)ri]['kælsiəm] .

ordinary	calcium	.
普通的	钙	.

但其子产物与普通钙中最常见的同位素相同。

[ænd; ənd]['kælsiəm][ɪz]['prez(ə)nt] ['evriweə(r)] [ɪn]['neɪtʃə(r)] !

And	calcium	is	present	everywhere	in	nature	!
和	钙	是	展示	到处	在	自然	!

钙在自然界中无处不在！

['iːv(ə)n][ðə; ði]['pjʊərɪst]['mɪnərəl][ɒv; əv] [pə'tæsiəm] , ['sɪlvaɪt] ([ðə; ði][sɔːlt] , [pə'tæsiəm] ['klɔːraɪd]) ,

Even	the	purest	mineral	of	potassium	,	sylvite	(	the	salt	,	potassium	chloride	)	,
甚至	这	最纯净的	矿物	的	钾	,	钾盐	(	这	盐	,	钾	氯化物	)	,

即使是纯度最高的钾矿物，钾盐（氯化钾），

[kən'teɪnz] [səʊ] [mʌtʃ] ['kælsiəm][ɪm'pjʊərəti] [ðæt] [ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] ['dɔːtə(r)] ['kælsiəm] ,

contains	so	much	calcium	impurity	that	the	RADIOGENIC	daughter	calcium	,
包含	所以	很多	钙	杂质	那	这	放射成因	女儿	钙	,

含有如此多的钙杂质，以至于放射性子钙，

[prə'djuːst] [baɪ][ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv] [pə'tæsiəm] [ɪn][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][taɪm] , [ɪz]['neglɪdʒəb(ə)l][ɪn][kəm'pærɪs(ə)n] .

produced	by	the	decay	of	potassium	in	geologic	time	,	is	negligible	in	comparison	.
生产	经过	这	衰变	的	钾	在	地质	时间	,	是	微不足道	在	比较	.

与此相比，地质时期钾衰变产生的量微乎其微。

[wiː; wi][kæn; kən] [seɪ] [ðæt] [ðə; ði] ['bɒtəm] [ɒv; əv] [ðɪs] [pə'tæsiəm] - - ['aʊəglɑːs] [hæz; həz] [biːn]

We	can	say	that	the	bottom	of	this	potassium	-	40	hourglass	has	been
我们	能	说	那	这	底部	的	这	钾	-	-	滴漏	有	到过

[stʌft] [wɪð] [səʊ] [mʌtʃ] [sænd][frɒm; frəm][ðə; ði] ['veri] [bɪ'gɪnɪŋ] [ðæt] [ðə; ði] [fjuː] [greɪnz] [ðæt] [fɔːl]

stuffed	with	so	much	sand	from	the	very	beginning	that	the	few	grains	that	fall
填充	和	所以	很多	沙	从	这	非常	开始	那	这	很少	谷物	那	落下

[θruː] [ðə; ði] [weɪst] [ɑː(r); ə(r)] [lɒst] [ɪn][ðə; ði][ˌəʊvər'ɔːl] [mæs] .

through	the	waist	are	lost	in	the	overall	mass	.
通过	这	腰部	是	丢失的	在	这	全面的	大量的	.

我们可以说，这个钾-40沙漏的底部从一开始就被塞满了沙子，以至于从腰部掉落的几粒沙子都淹没在了整体的质量中。

[ðɪs] ['demənstreɪts] [ðæt] [skiːm] [ɪnv'ɒlvɪŋ] [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv][ə; eɪ] ['relətɪvli] [reə(r)]['njuːklaɪd]['ɪntuː]

This	demonstrates	that	schemes	involving	the	decay	of	a	relatively	rare	nuclide	into
这	证明	那	方案	涉及	这	衰变	的	一个	相对地	稀有的	核素	进入

[ə; eɪ] ['relətɪvli] ['kɒmən] [wʌn][ɑː(r); ə(r)][nɒt]['juːzəb(ə)l] .

a	relatively	common	one	are	not	usable	.
一个	相对地	常见的	一	是	不是	可用	.

这表明，涉及相对稀有核素衰变为相对常见核素的方案是不可行的。

['nætʃ(ə)rəl] [ˌdʒiːə'kemɪkəl] [ˌsepə'reɪʃnz] [ɒv; əv] ['elɪmənts] [ɑː(r); ə(r)]['nevə(r)] ['pɜːfɪkt] , ['eniweɪ] .

Natural	**geochemical**	**separations**	**of**	**elements**	**are**	**never**	**perfect**	**,**	**anyway**	**.**
自然的	地球化学	分离	的	元素	是	绝不	完美的	,	反正	.

自然界中元素的地球化学分离本来就不可能完美。

['sɪmələli] ,

Similarly	**,**
相似地	,

相似地，

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv] ['eni] [ɒv; əv][ðə; ði][reə(r)] [ɜːθ] ['elɪmənts] ['ɪntuː]['ʌðə(r)][reə(r)] [ɜːθ] ['elɪmənts] [ɪz]

the	**decay**	**of**	**any**	**of**	**the**	**RARE**	**EARTH**	**elements**	**into**	**other**	**rare**	**earth**	**elements**	**is**
这	衰变	的	任何	的	这	稀有的	地球	元素	进入	其他	稀有的	地球	元素	是

[nɒt] [pə'tɪkjələli] ['helpf(ə)l] ,

not	**particularly**	**helpful**	**,**
不是	特别	有帮助	,

稀土元素衰变为其他稀土元素并没有什么特别的益处。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðə; ði][reə(r)] [ɜːθ] [ɑː(r); ə(r)][səʊ]['sɪmələ(r)] ['kemɪkli] [ðeɪ] [tend][tuː; tə]['træv(ə)l]

because	**the**	**rare**	**earths**	**are**	**so**	**similar**	**chemically**	**they**	**tend**	**to**	**travel**
因为	这	稀有的	地球	是	所以	相似的	化学	他们	趋向	到	旅行

[tə'geðə(r)] [wen] [ðeɪ] [muːv] [ɪn]['neɪtʃə(r)] . [-]

together	**when**	**they**	**move**	**in**	**nature**	**.**	**[**	**13**	**]**
一起	什么时候	他们	移动	在	自然	.	[	-	]

因为稀土元素的化学性质非常相似，所以它们在自然界中移动时往往会一起移动。[13]

[weər'evə(r)][ðə; ði]['peərənt]['aɪsətəʊp][gəʊz] , [ðə; ði] ['dɔːtə(r)] [tægz] [ə'lɒŋ] .

Wherever	**the**	**parent**	**isotope**	**goes**	**,**	**the**	**daughter**	**tags**	**along**	**.**
无论	这	父母	同位素	去	,	这	女儿	标签	沿着	.

无论母体同位素去哪里，子体同位素都会跟随而去。

[ðə; ði] [ruː'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [klɒk]

The	**Rubidium**	**-**	**Strontium**	**Clock**
这	铷	-	锶	钟

铷锶钟

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv][ruː'bɪdiəm] - - (^{87}Rb) ['ɪntuː]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] - - (^{87}Sr) [ɪz] [pə'hæps] [ðə; ði]

The	**decay**	**of**	**rubidium**	**-**	**87**	**(**	**^{87}Rb**	**)**	**into**	**strontium**	**-**	**87**	**(**	**^{87}Sr**	**)**	**is**	**perhaps**	**the**
这	衰变	的	铷	-	-	(	^{87}Rb	)	进入	锶	-	-	(	^{87}Sr	)	是	也许	这

[məʊst]['juːsf(ə)l] [skiːm] [fɔː(r); fə(r)][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] .

most	**useful**	**scheme**	**for**	**geologic**	**age**	**determination**	**.**
最多	有用	方案	为了	地质	年龄	决心	.

铷-87 (^{87}Rb) 衰变为锶-87 (^{87}Sr) 可能是测定地质年龄最有用的方法。

[ðə; ði] [seɪm] ['prɒbləm] [ʃəʊz] [ʌp][hɪə(r)] , [bʌt; bət][æt; ət] [liːst] [ðeə(r)][ɪz][ə; eɪ] [weɪ] [aʊt][ɒv; əv][ðə; ði]

The	**same**	**problem**	**shows**	**up**	**here**	**,**	**but**	**at**	**least**	**there**	**is**	**a**	**way**	**out**	**of**	**the**
这	相同的	问题	演出	向上	这里	,	但	在	至少	那里	是	一个	方式	出去	的	这

['wɪldənəs] .

wilderness	**.**
荒野	.

这里也出现了同样的问题，但至少还有一条出路。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][nɒt][ɪg'zæktli]['sɪmp(ə)l] ,

It	**is**	**not**	**exactly**	**simple**	**,**
它	是	不是	确切地	简单的	,

这并不简单。

[bʌt; bət][ə; eɪ][kənˌsɪdə'reɪʃ(ə)n][ɒv; əv][ˌaɪ 'tiː][ɪz][ˌfʌndə'ment(ə)l][tuː; tə] [ˌʌndə'stændɪŋ] [ðə; ðɪ]['prəʊses][ɒv; əv]

but	a	consideration	of	it	is	fundamental	to	understanding	the	process	of
但	一个	考虑	的	它	是	基本的	到	理解	这	过程	的

['njuːkliə(r)] ['deɪtɪŋ] .

nuclear	dating	.
核	约会	.

但对此进行考虑对于理解核年代测定过程至关重要。

[ðə; ðɪ]['fɪgə(r)] [ʃəʊz] ['pætənz] [frɒm; frəm] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] [tʃɑːts] ; [iːtʃ] [piːk] [ˌreprɪ'zents]

The	figure	shows	patterns	from	mass	spectrometer	charts	;	each	peak	represents
这	数字	演出	图案	从	大量的	光谱仪	图表	;	每个	顶峰	代表

[æn; ən]['aɪsətəʊp][ɒv; əv]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ,

an	isotope	of	strontium	,
一个	同位素	的	锶	,

该图显示了质谱图的模式；每个峰代表锶的一种同位素，

[ænd; ənd][ðə; ðɪ] [haɪt] [ɒv; əv] ['evrɪ] [piːk] [ɪz] [prə'pɔːʃən(ə)l] [tuː; tə][ðə; ðɪ] ['relətɪv] [ə'bʌndəns] [ɒv; əv]

and	the	height	of	every	peak	is	proportional	to	the	relative	abundance	of
和	这	高度	的	每一个	顶峰	是	比例	到	这	相对的	丰富	的

[ðæt] ['aɪsətəʊp] . -

that	isotope	.	21
那	同位素	.	-

每个峰的高度与该同位素的相对丰度成正比。[21]

[ɪn][ðə; ðɪ]['fɪgə(r)] ,

In	the	figure	,
在	这	数字	,

如图所示，

[ə; eɪ] [ʃəʊz] [ðə; ðɪ] [mæs] - ['spektrəm] [ɒv; əv][ə; eɪ] [rɒk] [ɔː(r)]['mɪnərəl] [kən'teɪnɪŋ] ['kɒmən]

A	shows	the	mass	-	spectrum	of	a	rock	or	mineral	containing	COMMON
一个	演出	这	大量的	-	光谱	的	一个	岩石	或者	矿物	包含	常见的

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ([wɪtʃ] [ɪz][ə; eɪ]['mɪkstʃə(r)][ɒv; əv] ['sevrəl] ['aɪsətˌəʊps]) .

strontium	(	which	is	a	mixture	of	several	isotopes	)	.
锶	(	哪个	是	一个	混合物	的	一些	同位素	)	.

图 A 显示了含有普通锶（几种同位素的混合物）的岩石或矿物的质谱图。

[ðə; ðɪ] [piːk] [ɒv; əv] ^{87}Sr [ɪz] [smɔːl] [kəm'peəd] [tuː; tə][ðə; ðɪ]['ʌðə(r)z] .

The	peak	of	^{87}Sr	is	small	compared	to	the	others	.
这	顶峰	的	^{87}Sr	是	小的	比较的	到	这	其他的	.

与其他元素相比，^{87}Sr 的峰值较小。

[biː] [ʃəʊz] [ðə; ðɪ] [mæs] - ['spektrəm] [ɒv; əv]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][frɒm; frəm][æn; ən][əʊld][ruː'bɪdiəm] -

B	shows	the	mass	-	spectrum	of	strontium	from	an	old	rubidium	-
B	演出	这	大量的	-	光谱	的	锶	从	一个	老的	铷	-

[rɪtʃ] ['mɪnərəl] ['krɪst(ə)l] , [drɔːn] [tuː; tə][ðə; ðɪ] [seɪm] [skeɪl] ,

rich	mineral	CRYSTAL	,	drawn	to	the	same	scale	,
富有的	矿物	水晶	,	绘制	到	这	相同的	规模	,

图B显示了来自富含铷的古老矿物晶体的锶的质谱图，按相同比例绘制。

[æz; əz][fɑː(r)][æz; əz][ðə; ðɪ]['nɔnreɪdiə'dʒenɪk]['aɪsətˌəʊps] , ^{84}Sr , ^{86}Sr , [ænd; ənd] ^{88}Sr , [ɑː(r); ə(r)] [kən'sɜːnd]

as	far	as	the	nonradiogenic	isotopes	,	^{84}Sr	,	^{86}Sr	,	and	^{88}Sr	,	are	concerned
作为	远的	作为	这	非放射性	同位素	,	^{84}Sr	,	^{86}Sr	,	和	^{88}Sr	,	是	担心的

.

:

.

至于非放射性同位素，即^{84}Sr、^{86}Sr和^{88}Sr。

[ðə; ði] [87]Sr [piːk] [ɪn] [ðɪs] ['spektrəm] [ɪz] ['ɒbviəsli] ['lɑːdʒə(r)][ðæn; ðən][ɪn][ðə; ði] ['kɒmən]

The	[87]Sr	peak	in	this	spectrum	is	obviously	larger	than	in	the	common
这	[87]Sr	顶峰	在	这	光谱	是	明显地	更大的	比	在	这	常见的

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ɪn][ə; eɪ] .

strontium	in	A	.
锶	在	一个	.

该光谱中的[87]Sr峰明显比A中常见的锶峰要大。

[ðɪs] [ɪz][bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðɪs] ['aɪsətəʊp][ɪz][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk][ænd; ənd][hæz; həz] [biːn] [ə'kjuːmjəleɪtɪŋ] [frɒm; frəm]

This	is	because	this	isotope	is	radiogenic	and	has	been	accumulating	from
这	是	因为	这	同位素	是	放射成因	和	有	到过	累积	从

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv][ruː'bɪdiəm] [sɪns] [ðɪs] ['krɪst(ə)l][wɒz; wəz] [fɔːmd] .

the	decay	of	rubidium	since	this	crystal	was	formed	.
这	衰变	的	铷	自从	这	水晶	曾是	形成	.

这是因为这种同位素是放射性的，自该晶体形成以来，它就一直在从铷的衰变中积累。

[ðə; ði] ['kwestʃən] [wiː; wi][mʌst; məst]['ɑːnsə(r)][ɪz] :

The	question	we	must	answer	is	:
这	问题	我们	必须	回答	是	:

我们必须回答的问题是:

[haʊ] [mʌtʃ] [ɒv; əv] [ðɪs] [87]Sr [wɒz; wəz] [fɔːmd] [frɒm; frəm] [87]Rb [dɪ'keɪ] [ænd; ənd] [haʊ] [mʌtʃ] [ə'rɪdʒənəli]

How	much	of	this	[87]Sr	was	formed	from	[87]Rb	decay	and	how	much	originally
如何	很多	的	这	[87]Sr	曾是	形成	从	[87]Rb	衰变	和	如何	很多	起初

[wɒz; wəz]['prez(ə)nt][ɪn][ðə; ði]['krɪst(ə)l][æz; əz][æn; ən][ɪm'pjʊərəti] ?

was	present	in	the	crystal	as	an	impurity	?
曾是	展示	在	这	水晶	作为	一个	杂质	?

其中有多少[87]Sr是由[87]Rb衰变形成的，又有多少是晶体中原本存在的杂质?

[ɪf] [ðə; ði] [ə'maʊnt] [ɒv; əv] [ðɪs] [ə'rɪdʒən(ə)l]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ɪz][nɒt] [tuː] [lɑːdʒ] ,

If	the	amount	of	this	ORIGINAL	strontium	is	not	too	large	,
如果	这	数量	的	这	原来的	锶	是	不是	也	大的	,

如果原始锶的含量不太高，

[ðə; ði] ['prɒbləm] [kæn; kən][biː; bi] [sɒlvd] [baɪ]['sɪmp(ə)l] [ə'rɪθmətɪk] .

the	problem	can	be	solved	by	simple	arithmetic	.
这	问题	能	是	已解决	经过	简单的	算术	.

这个问题可以通过简单的算术运算解决。

[fɜːst] , [wiː; wi][mʌst; məst][faɪnd][ə; eɪ] [gʊd] ['sɑːmp(ə)l][ɒv; əv] ['kɒmən] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] — [ðæt] [ɪz] ,

First	,	we	must	find	a	good	sample	of	common	strontium	—	that	is	,
第一的	,	我们	必须	寻找	一个	好的	样本	的	常见的	锶	—	那	是	,

['ɔːd(ə)n(ə)ri]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ,

ordinary	strontium	,
普通的	锶	,

首先，我们必须找到一个好的普通锶样品——也就是普通的锶，

[ðə; ði][kaɪnd] [ʃəʊn] [æt; ət][left][ɪn][ðə; ði]['fɪgə(r)] .

the	kind	shown	at	left	in	the	figure	.
这	种类	所示	在	左边	在	这	数字	.

如图左侧所示。

[wiː; wi] ['kænɒt] [rɪ'kwaɪə(r)] [ðæt] [ðɪs] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][biː; bi] [ɪn'taɪəli] [ˌʌnkən'tæmɪneɪtɪd] [baɪ]

We	cannot	require	that	this	strontium	be	entirely	uncontaminated	by
我们	不能	要求	那	这	锶	是	完全	未受污染的	经过

[ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ,

radiogenic	strontium	,
放射成因	锶	,

我们不能要求这种锶完全不受放射性锶的污染。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ɔ:l]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ɪz][mɔ:(r)][ɔ:(r)] [les] [kən'tæməneɪtɪd] .

because	all	strontium	is	more	or	less	contaminated	.
因为	全部	锶	是	更多的	或者	较少的	污染	.

因为所有锶都或多或少受到污染。

[wɒt] [wi:; wi] [ni:d] [ɪz]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][kən'tæməneɪtɪd][tu:; tə][dʒʌst][ðə; ði] [seɪm] [ɪk'stent][æz; əz]

What	we	need	is	strontium	contaminated	to	just	the	same	extent	as
什么	我们	需要	是	锶	污染	到	只是	这	相同的	程度	作为

[ðə; ði]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [ðæt] [wɒz; wəz]['teɪkən][æz; əz][æn; ən][ɪm'pjʊərəti]['ɪntu:][ðə; ði] [kləʊzd] ['sɪstəm]

the	strontium	that	was	taken	as	an	impurity	into	the	closed	system
这	锶	那	曾是	已采取	作为	一个	杂质	进入	这	关闭	系统

[wen] [ˌaɪ 'ti:][fɜ:st] [fɔ:md] .

when	it	first	formed	.
什么时候	它	第一的	形成	.

我们需要的是锶的污染程度与最初形成封闭系统时作为杂质进入其中的锶的污染程度完全相同。

[ɪn][ˌdʒi:ə'lɒdʒɪkl] ['spesəmən] [sʌtʃ] [ə; eɪ][mə'tɪəriəl][ɪz]['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ə'veɪləb(ə)l] .

In	geological	specimens	such	a	material	is	usually	available	.
在	地质	标本	这样的	一个	材料	是	通常	可用的	.

这种材料通常在地质标本中可以找到。

['drɔ:ɪŋz] [ɒv; əv] [mæs] - [spek'trɒmɪtə(r)] [tʃɑ:ts] ['ʃəʊɪŋ] [ðə; ði][ˌaɪsə'tɒpɪk]['spektrə] [ɒv; əv] [tu:] [kaɪndz]

Drawings	of	mass	-	spectrometer	charts	showing	the	isotopic	spectra	of	two	kinds
图画	的	大量的	-	光谱仪	图表	显示	这	同位素	光谱	的	二	种类

[ɒv; əv]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] :

of	strontium	:
的	锶	:

质谱仪图表图，显示了两种锶的同位素光谱：

([ə; eɪ]) ['kɒmən] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ænd; ənd] ([bi:]) ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][frɒm; frəm][æn; ən][əʊld]

(	A	)	common	strontium	and	(	B	)	strontium	from	an	old
(	一个	)	常见的	锶	和	(	B	)	锶	从	一个	老的

['mɪnərəl] [rɪtʃ] [ɪn][ru:'bɪdiəm] .

mineral	rich	in	rubidium	.
矿物	富有的	在	铷	.

（A）普通锶和（B）来自富含铷的古老矿物的锶。

([si:] [peɪdʒ] - [fɔ:(r); fə(r)]['fəʊtəʊ][ɒv; əv][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] .) -

(	See	page	32	for	photo	of	a	mass	spectrometer	.	)	22
(	看	页	-	为了	照片	的	一个	大量的	光谱仪	.	)	-

（质谱仪照片见第32页。）22

[ru:'bɪdiəm] - - [ænd; ənd]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] - - [fɔ:l][ɒn][ðə; ði] [seɪm] [spɒt][ɪn][ðə; ði] [mæs]

Rubidium	-	87	and	strontium	-	87	fall	on	the	same	spot	in	the	mass
铷	-	-	和	锶	-	-	落下	在	这	相同的	点	在	这	大量的

['spektrəm] .

spectrum	.
光谱	.

铷-87和锶-87在质谱图中位于同一位置。

['ðeəfɔ:(r)] ,

Therefore	,
所以	,

所以，

[ru:'bɪdiəm][mʌst; məst][bi:; bi] ['sepəreɪtɪd] ['kemɪkli] [frɒm; frəm]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][bɪ'fɔ:(r)][ðə; ði]

rubidium	must	be	separated	chemically	from	strontium	before	the
铷	必须	是	分开	化学	从	锶	前	这

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][kæn; kən][bi:; bi] ['ænlˌaɪz] [ɪn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] .

strontium	can	be	analyzed	in	a	mass	spectrometer	.
锶	能	是	分析	在	一个	大量的	光谱仪	.

在用质谱仪分析锶之前，必须先用化学方法将铷与锶分离。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [dʌn] [wɪð] ['aɪən] - [ɪks'tʃeɪndʒ] ['kɒləms] .

It	is	done	with	ion	-	exchange	columns	.
它	是	完毕	和	离子	-	交换	列	.

这是用离子交换柱完成的。

[fɔː(r)] [ɒv; əv] [ðem; ðəm] [ɑː(r); ə(r)] [ʃəʊn] [ɪn] [ðɪs] ['fəʊtəgrɑːf] .

Four	of	them	are	shown	in	this	photograph	.
四	的	他们	是	所示	在	这	照片	.

照片中展示了其中四人。

[ðə; ði] ['ɔːθə(r)] [ɒv; əv] [ðɪs] ['bʊklət] [ɪz] ['ædɪŋ] [ə; eɪ]['sɑːmp(ə)l] , [dɪ'zɒlvd] [ɪn][ə; eɪ] [fjuː] [drɒps] [ɒv; əv]

The	author	of	this	booklet	is	adding	a	sample	,	dissolved	in	a	few	drops	of
这	作者	的	这	小册子	是	添加	一个	样本	,	溶解	在	一个	很少	滴	的

['haɪdrə'klɒrɪk] ['æsɪd] ,

hydrochloric	acid	,
盐酸	酸	,

这本小册子的作者正在添加一个样品，该样品溶解在几滴盐酸中。

[tuː; tə][ðə; ði]['sekənd] ['kɒləm] .

to	the	second	column	.
到	这	第二	柱子	.

移至第二列。

[let] [ˌjuː 'es] [teɪk] [æz; əz]['aʊə(r)] [kləʊzd] ['sɪstəm] [ə; eɪ]['maɪkə]['krɪst(ə)l][ɪn][ə; eɪ] [mæs] [ɒv; əv] ['grænɪt] .

Let	us	take	as	our	closed	system	a	mica	crystal	in	a	mass	of	granite	.
让	我们	拿	作为	我们的	关闭	系统	一个	云母	水晶	在	一个	大量的	的	花岗岩	.

让我们以一块花岗岩中的云母晶体作为封闭系统。

['maɪkə] [kən'teɪnz] [ə; eɪ][feə(r)] [ə'maʊnt] [ɒv; əv][ruː'bɪdiəm] , [ænd; ənd][ˌaɪ 'tiː] [rɪ'teɪnz] [ɪts][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk]

Mica	contains	a	fair	amount	of	rubidium	,	and	it	retains	its	radiogenic
云母	包含	一个	公平的	数量	的	铷	,	和	它	保留	它是	放射成因

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ['veri] [wel] .

strontium	very	well	.
锶	非常	出色地	.

云母含有相当数量的铷，并且能很好地保留其放射性锶。

[ˌfɜːðə'mɔː(r)] , ['maɪkə] ['krɪstlz] [ɑː(r); ə(r)]['ɒf(ə)n][ə'səʊsieɪtɪd; ə'səʊʃieɪtɪd][ɔː(r)]['iːv(ə)n] [ˌɪntə'grəʊn] [wɪð]

Furthermore	,	mica	crystals	are	often	associated	or	even	intergrown	with
此外	,	云母	晶体	是	经常	联系	或者	甚至	交错生长	和

[ðə; ði]['slendə(r)] ,

the	slender	,
这	苗条	,

此外，云母晶体通常与细长的晶体伴生，甚至共生，

[rɒd] - [ʃeɪpt] ['krɪstlz] [ɒv; əv][ə; eɪ]['mɪnərəl] [kɔːld] ['apətaɪt] — [ə; eɪ] ['fɒsfeɪt] [ɒv; əv]['kælsiəm] .

rod	-	shaped	crystals	of	a	mineral	called	apatite	—	a	phosphate	of	calcium	.
杆	-	形状	晶体	的	一个	矿物	称为	磷灰石	—	一个	磷酸盐	的	钙	.

磷灰石是一种矿物，呈棒状晶体，是磷酸钙的一种。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][ˌdʒʌstɪ'faɪəb(ə)l] , [ɒn][ðə; ði]['beɪsɪs][ɒv; əv][ˌdʒiːə'lɒdʒɪkl] ['nɒlɪdʒ] ,

It	is	justifiable	,	on	the	basis	of	geological	knowledge	,
它	是	合理的	,	在	这	基础	的	地质	知识	,

根据地质学知识，这是合理的。

[tuː; tə] [seɪ] [ðæt] [ðə; ði]['maɪkə][ænd; ənd][ðə; ði]['apətaɪt] [gruː] [æt; ət] ['rʌfli] [ðə; ði] [seɪm] [taɪm]

to	say	that	the	mica	and	the	apatite	grew	at	roughly	the	same	time
到	说	那	这	云母	和	这	磷灰石	生长	在	大致	这	相同的	时间

[ænd; ənd] [ðʌs] [prɪ'zjuːməbli] [frɒm; frəm][ðə; ði] [seɪm] ['lɪkwɪd]['miːdiəm] [ðæt] [bɪ'keɪm] ['grænɪt] [wen]

and	thus	presumably	from	the	same	liquid	medium	that	became	granite	when
和	因此	想必	从	这	相同的	液体	中等的	那	成为	花岗岩	什么时候

[ˌaɪ 'tiː]['leɪtə(r)] [sə'lɪdɪfaɪd] .

it	later	solidified	.
它	之后	凝固	.

也就是说，云母和磷灰石大约在同一时间生长，因此很可能来自同一种液态介质，后来这种介质凝固后变成了花岗岩。

[naʊ] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ɪz] [ˌdʒiːoʊ'kɛmɪkli] ['sɪmələ(r)][tuː; tə]['kælsiəm] ,

Now	strontium	is	geochemically	similar	to	calcium	,
现在	锶	是	地球化学	相似的	到	钙	,

锶的地球化学性质与钙相似。

[ænd; ənd][sʌm; səm]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [wɪl] [hæv; həv] [gɒn] ['ɪntuː][ðə; ði]['apətaɪt]['krɪst(ə)l][ɪn] [pleɪs]

and	some	strontium	will	have	gone	into	the	apatite	crystal	in	place
和	一些	锶	将要	有	已消失	进入	这	磷灰石	水晶	在	地方

[ɒv; əv]['kælsiəm] .

of	calcium	.
的	钙	.

一些锶会取代钙进入磷灰石晶体中。

['apətaɪt] [kən'teɪnz] [nəʊ]['ælkəlaɪs] — [hens] ['apətaɪt] [wɪl] [hæv; həv] ['vɜːtʃuəli] [nəʊ][ruː'bɪdiəm] ([wɪtʃ] [ɪz]

Apatite	contains	no	alkalis	—	hence	apatite	will	have	virtually	no	rubidium	(	which	is
磷灰石	包含	不	碱	—	因此	磷灰石	将要	有	几乎	不	铷	(	哪个	是

[æn; ən]['ælkəlaɪ]) [ɪn][ˌaɪ 'tiː][tuː; tə] [kən'tæmɪneɪt] [ðə; ði] ^{87}Sr .

an	alkali	)	in	it	to	contaminate	the	^{87}Sr	.
一个	碱	)	在	它	到	污染	这	^{87}Sr	.

磷灰石不含碱金属——因此磷灰石中几乎不含铷（铷是一种碱金属），不会污染^{87}Sr。

['kɒnsɪkwəntli] , [wen] [wiː; wi][faɪnd]['apətaɪt][ɪn][æn; ən][əʊld]['grænɪt] ,

Consequently	,	when	we	find	apatite	in	an	old	granite	,
最后	,	什么时候	我们	寻找	磷灰石	在	一个	老的	花岗岩	,

因此，当我们在古老的花岗岩中发现磷灰石时，

[wiː; wi] [nəʊ] [ðə; ði]['apətaɪt] [wɪl] [stɪl] [kən'teɪn][ðə; ði][kaɪnd][ɒv; əv] ['kɒmən] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ðæt]

we	know	the	apatite	will	still	contain	the	kind	of	common	strontium	that
我们	知道	这	磷灰石	将要	仍然	包含	这	种类	的	常见的	锶	那

[wɒz; wəz]['teɪkən]['ɪntuː][ðə; ði]['maɪkə]['krɪst(ə)l] [wen] [ˌaɪ 'tiː] [gruː] [ə'rɪdʒənəli] .

was	taken	into	the	mica	crystal	when	it	grew	originally	.
曾是	已采取	进入	这	云母	水晶	什么时候	它	生长	起初	.

我们知道磷灰石仍然会含有云母晶体最初生长时吸收的那种普通锶。

[wiː; wi][kæn; kən] ['seprət] [ðə; ði]['apətaɪt][frɒm; frəm][ðə; ði] ['grænɪt] [baɪ] ['stændəd] [ˌmɪnərə'lɒdʒɪkl]

We	can	separate	the	apatite	from	the	granite	by	standard	mineralogical
我们	能	分离	这	磷灰石	从	这	花岗岩	经过	标准	矿物学

[tek'niːks] , ['ekstrækt; ɪk'stræktˌ][ðə; ði]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][frɒm; frəm] the23

techniques	,	extract	the	strontium	from	the23
技术	,	提炼	这	锶	从	the23

我们可以利用标准矿物学技术将磷灰石从花岗岩中分离出来，并从中提取锶。

['apətaɪt] ['kemɪkli] ,

apatite	chemically	,
磷灰石	化学	,

从化学角度来说，磷灰石

[ænd; ənd]['ænəlaɪz][ˌaɪ 'tiː][ɒn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] [tuː; tə][əb'teɪn][ðə; ði][ˌaɪsə'tɒpɪk] ['spektrəm] —

and	analyze	it	on	a	mass	spectrometer	to	obtain	the	isotopic	spectrum	—
和	分析	它	在	一个	大量的	光谱仪	到	获得	这	同位素	光谱	—

[ðə; ði] ['relətɪv] [ə'maʊnt][ɒv; əv] [iːtʃ] ['aɪsətəʊp][ðæt][ɪz]['prez(ə)nt] .

the	relative	amount	of	each	isotope	that	is	present	.
这	相对的	数量	的	每个	同位素	那	是	展示	.

并用质谱仪进行分析，以获得同位素光谱——每种同位素的相对含量。

[wiː; wi][kæn; kən] [ðen] [pə'fɔːm] [ðə; ði] [seɪm] [ˌaɪsə'tɒpɪk][ə'næləsɪs][ɒn][ðə; ði]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]

We	can	then	perform	the	same	isotopic	analysis	on	the	strontium
我们	能	然后	履行	这	相同的	同位素	分析	在	这	锶

[ɪk'stræktɪd][frɒm; frəm][ðə; ði]['maɪkə] ,

extracted	from	the	mica	,
提取	从	这	云母	,

然后我们可以对从云母中提取的锶进行同样的同位素分析。

[ænd; ənd][səb'trækt][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l] (['apətaɪt]) ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][frɒm; frəm][ðə; ði]['təʊt(ə)l] (['maɪkə]

and	subtract	the	original	(	apatite	)	strontium	from	the	total	(	mica
和	减去	这	原来的	(	磷灰石	)	锶	从	这	全部的	(	云母

) ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ,

)	strontium	,
)	锶	,

从总锶（云母）含量中减去原始锶（磷灰石）含量，

[tuː; tə][əb'teɪn][ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk][kəm'pəʊnənt][ɔː(r)] ['dɔːtə(r)] ['prɒdʌkt] .

to	obtain	the	radiogenic	component	or	daughter	product	.
到	获得	这	放射成因	成分	或者	女儿	产品	.

获取放射性成分或子产物。

([siː] [peɪdʒ] - [fɔː(r); fə(r)]['diːteɪlz][ɒv; əv] [ðɪs] ['meθəd] .)

(	See	page	32	for	details	of	this	method	.	)
(	看	页	-	为了	细节	的	这	方法	.	)

（有关此方法的详细信息，请参见第32页。）

['ɒbviəsli] , [ðeə(r)][ɪz][ə; eɪ]['sɜːt(ə)n]['erə(r)][ə'səʊsieɪtɪd; ə'səʊʃieɪtɪd] [wɪð] ['evri] [ˌaɪsə'tɒpɪk][ə'næləsɪs] ,

Obviously	,	there	is	a	certain	error	associated	with	every	isotopic	analysis	,
明显地	,	那里	是	一个	肯定	错误	联系	和	每一个	同位素	分析	,

显然，任何同位素分析都存在一定的误差。

[səʊ] [sʌtʃ] [ə; eɪ][ˌkælkju'leɪʃ(ə)n][ɪz] ['miːnɪŋf(ə)l] ['əʊnli] [wen] [ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk][kəm'pəʊnənt][ɪz] [lɑːdʒ]

so	such	a	calculation	is	meaningful	only	when	the	radiogenic	component	is	large
所以	这样的	一个	计算	是	有意义的	仅有的	什么时候	这	放射成因	成分	是	大的

[kəm'peəd] [wɪð] [ðə; ði]['erə(r)][ɪn][ðə; ði] ['meʒəmənt] [ɒv; əv][ˌaɪsə'tɒpɪk] [ə'bʌndəns] .

compared	with	the	error	in	the	measurement	of	isotopic	abundance	.
比较的	和	这	错误	在	这	测量	的	同位素	丰富	.

因此，只有当放射性成分相对于同位素丰度测量误差较大时，这种计算才有意义。

[wen] [wʌn] [lɑːdʒ] ['kwɒntəti] [mʌst; məst][biː; bi] [səb'træktɪd] [frɒm; frəm] [ə'nʌðə(r)] [lɑːdʒ] ['kwɒntəti] [tuː; tə]

When	one	large	quantity	must	be	subtracted	from	another	large	quantity	to
什么时候	一	大的	数量	必须	是	减去	从	其他	大的	数量	到

[əb'teɪn][ə; eɪ] [smɔːl] ['dɪfrəns] ,

obtain	a	small	difference	,
获得	一个	小的	不同之处	,

当必须从另一个大量中减去一个大量才能得到一个较小的差值时，

[ðeə(r)][ɪz][æn; ən] ['ɒbviəs] ['lɪmɪt][tuː; tə] [haʊ] [mʌtʃ] [wʌn][kæn; kən] [trʌst] [ðə; ði] [rɪ'zʌlt] .

there	is	an	obvious	limit	to	how	much	one	can	trust	the	result	.
那里	是	一个	明显的	限制	到	如何	很多	一	能	相信	这	结果	.

显然，人们对结果的信任程度是有限的。

[ðə; ði] ['æbsəluːt] ['ækjərəsi] [ɪn] ['meʒərɪŋ] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]['aɪsətəʊp] [ə'bʌndəns] [ɪz][ə; eɪ] [fjuː]

The	absolute	accuracy	in	measuring	strontium	isotope	abundance	is	a	few
这	绝对	准确性	在	测量	锶	同位素	丰富	是	一个	很少

[tenθs] [ɒv; əv][wʌn] % ,

tenths	of	1	%	,
十分之一	的	1	%	,

测量锶同位素丰度的绝对精度为百分之几个百分点。

['juːzɪŋ][ðə; ði][best] [mæs] [spɛktɹ'ɒmɪtəz] [naʊ] [ə'veɪləb(ə)l] .

using	the	best	mass	spectrometers	now	available	.
使用	这	最好的	大量的	光谱仪	现在	可用的	.

使用目前最好的质谱仪。

[ɪn] ['præktɪs] ,

In	practice	,
在	实践	,

实际上，

[wʌn][kæn; kən] [trʌst] [ə; eɪ]['kælkjuleɪtɪd][eɪdʒ][fɔː(r); fə(r)][ə; eɪ] ['spesɪmən] ['əʊnli] [wen] [ðə; ði] ^{87}Sr [ɪz][æz; əz]

one	can	trust	a	calculated	age	for	a	specimen	only	when	the	^{87}Sr	is	as
一	能	相信	一个	计算	年龄	为了	一个	标本	仅有的	什么时候	这	^{87}Sr	是	作为

['lɪt(ə)l][æz; əz][ə'baʊt][faɪv] % [ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] .

little	as	about	5	%	radiogenic	.
小的	作为	关于	5	%	放射成因	.

只有当^{87}Sr的放射性含量低至5%左右时，才能相信计算出的样本年龄。

[ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [duː; də][nɒt] [miːn] [mʌtʃ] [wen] ['əʊnli][wʌn][ɔː(r)][ˌtuː'tuː] % [ɪz][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] .

The	results	do	not	mean	much	when	only	1	or	2	%	is	radiogenic	.
这	结果	做	不是	意思是	很多	什么时候	仅有的	1	或者	2	%	是	放射成因	.

当只有 1% 或 2% 的物质是放射性物质时，结果意义不大。

[ə; eɪ]['sɑːmp(ə)l][ɒv; əv] ['grænɪt] ['biːɪŋ] [meɪd] ['redi] [fɔː(r); fə(r)] ['krʌʃɪŋ] [ænd; ənd] ['mɪnərəl] [ˌsepə'reɪʃn] .

A	sample	of	granite	being	made	ready	for	crushing	and	mineral	separation	.
一个	样本	的	花岗岩	存在	制成	准备好	为了	压碎	和	矿物	分离	.

-

24

-

一块花岗岩样品正准备进行破碎和矿物分离。24

[ðə; ði][juˈreɪniəm] ['fɪʃ(ə)n] [klɒk]

The	Uranium	Fission	Clock
这	铀	裂变	钟

铀裂变钟

[wen] [ə; eɪ] ['njuːtrɒn] [straɪks] [ðə; ði]['njuːkliəs][ɒv; əv][juˈreɪniəm] - - (^{235}U) [ɔː(r)][pluː'təʊniəm] - - (

When	a	neutron	strikes	the	nucleus	of	uranium	-	235	(	^{235}U	)	or	plutonium	-	239	(
什么时候	一个	中子	罢工	这	核	的	铀	-	-	(	^{235}U	)	或者	钚	-	-	(

^{239}Pu) ,

^{239}Pu	)	,
^{239}Pu	)	,

当一个中子撞击铀-235（^{235}U）或钚-239（^{239}Pu）的原子核时，

[ˌaɪ 'tiː] [meɪ] [kɔːz] [ðə; ði]['njuːkliəs][tuː; tə][splɪt]['ɪntuː] [tuː] ['rʌfli] ['iːkwəl]['frægmənts] , [rɪ'liːsɪŋ]

it	may	cause	the	nucleus	to	split	into	two	roughly	equal	fragments	,	releasing
它	可能	原因	这	核	到	分裂	进入	二	大致	平等的	片段	,	发布

['njuːtrɔnz] [ænd; ənd] ['enədʒi] .

neutrons	and	energy	.
中子	和	活力	.

它可能导致原子核分裂成两个大致相等的碎片，释放出中子和能量。

[ðɪs] [ɪz][ðə; ði] [wel] - [nəʊn] ['prəʊses][ɒv; əv] ['nju:trɒn] - [ɪn'dju:st] ['fɪʃ(ə)n] ,
This is the well - known process of neutron - induced fission ,
这 是 这 出色地 - 已知 过程 的 中子 - 诱导 裂变 ,

这就是众所周知的中子诱发裂变过程。

[ðə; ði] ['meθəd] [ɪn] [wɪtʃ] ['nju:kliə(r)] ['enədʒi] [ɪz] [prə'dju:st] [ɪn][bəuθ] [r'ɪæktəz] [ænd; ənd] [bɒmz] . [-]
the method in which nuclear energy is produced in both reactors and bombs . [14]
这 方法 在 哪个 核 活力 是 生产 在 两个都 反应堆 和 炸弹 . [-]

核反应堆和核弹中产生核能的方法。[14]

[ðə; ði][məʊst] ['kɒmən] [ju'reɪniəm]['aɪsətəʊp] , ^{238}U , ['ɔ:lsəʊ] [breɪks] [ʌp][baɪ] ['fɪʃ(ə)n] , [bʌt; bət] [dʌz] [səʊ]
The most common uranium isotope , ^{238}U , also breaks up by fission , but does so
这 最多 常见的 铀 同位素 , ^{238}U , 还 休息 向上 经过 裂变 , 但 做 所以
[ɔ:l][baɪ][ɪt'self] ,
all by itself ,
全部 经过 本身 ,

最常见的铀同位素^{238}U也会发生裂变，但它是单独发生的。

[wɪ'ðaʊt] [ðə; ði] [ni:d] [fɔ:(r); fə(r)] ['eni] [ɪk'stɜ:n(ə)l] ['nju:trɔnz] .
without the need for any external neutrons .
没有 这 需要 为了 任何 外部的 中子 .

无需任何外部中子。

[ðæt] ['prəʊses][ɪz] [spɒn'teɪniəs] ['fɪʃ(ə)n] [ænd; ənd][ˌaɪ 'ti:][gəʊz][ɒn][æt; ət]['rændəm] , ['veri] [mʌtʃ] [laɪk]
That process is spontaneous fission and it goes on at random , very much like
那 过程 是 自发的 裂变 和 它 去 在 在 随机的 , 非常 很多 喜欢
[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .
radioactive decay .
放射性 衰变 .

这个过程是自发裂变，它是随机进行的，非常像放射性衰变。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz][ə; eɪ] ['relətɪvli] [reə(r)]['prəʊses][ænd; ənd][ðə; ði] ['fɪʃ(ə)n] [hɑ:f] - [laɪf][ɪz] [lɒŋ] — [ə'baʊt] -
It is a relatively rare process and the fission half - life is long — about 10
它 是 一个 相对地 稀有的 过程 和 这 裂变 一半 - 生活 是 长的 — 关于 -
['mɪljən] ['i:ən] (- [j'iəz]) .
million aeons (10^{16} years) .
百万 亿万年 (- 年) .

这是一个相对罕见的过程，裂变半衰期很长——大约 1000 万个纪元（10^{16} 年）。

[ðæt] [mi:nz] [ðæt] ['əʊnli][ə'baʊt][wʌn] [spɒn'teɪniəs] ['fɪʃ(ə)n] [ə'kɜ:z] [ɪn][ju'reɪniəm] - - [fɔ:(r); fə(r)] ['evri]
That means that only about one spontaneous fission occurs in uranium - 238 for every
那 方法 那 仅有的 关于 一 自发的 裂变 发生 在 铀 - - 为了 每一个
[ˌtu:'tu:] ['mɪljən] ['ælfə] [di'kei] .
2 million alpha decays .
2 百万 阿尔法 衰变 .

这意味着，每 200 万次 α 衰变中，铀-238 大约只发生一次自发裂变。

[ðæt] [ɪz] [ɪ'nʌf] [tu:; tə] [meɪk] [ə; eɪ]['ju:sf(ə)l] [klɒk] , [haʊ'evə(r)] , [bɪ'kəz; bɪ'kɒz] ^{238}U [ɪz]['prez(ə)nt]['ɔ:lməʊst]
That is enough to make a useful clock , however , because ^{238}U is present almost
那 是 足够的 到 制作 一个 有用 钟 , 然而 , 因为 ^{238}U 是 展示 几乎
['evriweə(r)] .
everywhere .
到处 .

但这足以制作一个有用的时钟，因为 ^{238}U 几乎无处不在。

([si:] ['teɪb(ə)l][θri:][ɒn][peɪdʒ] - .)
(See Table III on page 19 .)
(看 桌子 三、 在 页 - .)

（参见第19页表三。）

[ɪˈmædʒɪn][æn; ən][ˈætəm][ɒv; əv] ^{238}U [ɪn][sʌm; səm][ˈmɪnərəl] .

Imagine	**an**	**atom**	**of**	**^{238}U**	**in**	**some**	**mineral**	**.**
想象	一个	原子	的	^{238}U	在	一些	矿物	.

想象一下某种矿物中的^{238}U原子。

[wen] [ðə; ði][ˈætəm] [ˈsʌd(ə)nli] [ˈfiʃən] , [ˌaɪ ˈtiː] [breɪks] [ɪn] [tuː] [wɪð] [kənˈsɪdərəb(ə)l] [ˈenədʒi] ,

When	**the**	**atom**	**suddenly**	**fissions**	**,**	**it**	**breaks**	**in**	**two**	**with**	**considerable**	**energy**	**,**
什么时候	这	原子	突然	裂变	,	它	休息	在	二	和	大量	活力	,

当原子突然发生裂变时，它会以相当大的能量分裂成两个部分。

[ænd; ənd][ðə; ði] [tuː] [ˈfɪʃ(ə)n] [ˈfrægmənts][ˌɑːr aɪ ˈpiː][laɪk] [ˈkænən] [bɔːlz] [θruː] [ðə; ði] [səˈraʊndɪŋ]

and	**the**	**two**	**fission**	**fragments**	**rip**	**like**	**cannon**	**balls**	**through**	**the**	**surrounding**
和	这	二	裂变	片段	撕裂	喜欢	大炮	球	通过	这	周围

[ˈkrɪstəlaɪn] [ˈstrʌktʃə(r)] [ɪn] [ˈɒpəzɪt] [dəˈrekʃ(ə)nz] ,

crystalline	**structure**	**in**	**opposite**	**directions**	**,**
结晶体	结构	在	对面的	方向	,

两个裂变碎片像炮弹一样，朝相反的方向撕裂周围的晶体结构。

[kriːˈeɪtɪŋ] [ˈhævək] [əˈlɒŋ] [ðə; ði] [weɪ] .

creating	**havoc**	**along**	**the**	**way**	**.**
创建	混乱	沿着	这	方式	.

一路制造混乱。

[ðeɪ] [ˈtræv(ə)l][ə; eɪ] [ˈdɪstəns] [ˈsʌmθɪŋ] [laɪk] - [ˈmaikrɔnz] ([fɔːr] [ˈmɪljənθ] [ɒv; əv][æn; ən] [ɪntʃ])

They	**travel**	**a**	**distance**	**something**	**like**	**10**	**microns**	**(**	**4**	**millionths**	**of**	**an**	**inch**	**)**
他们	旅行	一个	距离	某物	喜欢	-	微米	(	4	百万分之一	的	一个	英寸	)

[bɪˈfɔː(r)] [ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)][ˈfaɪnəli] [sləu] [daʊn] [ænd; ənd] [stɒpt] [baɪ][ɔːl][ðeə(r)] [kəˈlɪʒnz] [wɪð] [ˈʌðə(r)]

before	**they**	**are**	**finally**	**slowed**	**down**	**and**	**stopped**	**by**	**all**	**their**	**collisions**	**with**	**other**
前	他们	是	最后	减速	向下	和	停止	经过	全部	他们的	碰撞	和	其他

[ˈætəmz] .

atoms	**.**
原子	.

它们行进的距离大约为 10 微米（4 百万分之一英寸），然后由于与其他原子的碰撞而最终减速并停止。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第2/3页

[iːtʃ] ['frægmənts] [pɑːθ] [rɪ'meɪnz] [bɪ'haɪnd][æz; əz][æn; ən] [ɪn'tensli] ['dæmɪdʒd] [tjuːb] [θruː] [ðə; ði]
Each fragment's path remains behind as an intensely damaged tube through the
每个 片段的 小路 遗迹 在后面 作为 一个 强烈地 损坏的 管子 通过 这
['krɪst(ə)l] .
crystal .
水晶 .

每个碎片留下的痕迹都像一条严重受损的管道，贯穿整个晶体。

[ðə; ði]['prəʊses][wɒz; wəz] [nəʊn] [fɔː(r); fə(r)][ə; eɪ] [lɒŋ] [taɪm] [bɪ'fɔː(r)] ['eniwʌn] [wɒz; wəz]['eɪb(ə)l][tuː; tə]
The process was known for a long time before anyone was able to
这 过程 曾是 已知 为了 一个 长的 时间 前 任何人 曾是 有能力的 到
[faɪnd] [ðiːz] ['fɪʃ(ə)n] [træks] ([ðə; ði] ['dæmɪdʒd] [tjuːbz]) [ɪn][ðə; ði] ['krɪstlz] .
find these fission tracks (the damaged tubes) in the crystals .
寻找 这些 裂变 轨道 (这 损坏的 管子) 在 这 晶体 .

早在人们能够在晶体中发现这些裂变径迹（受损的管子）之前，这个过程就已经为人所知了。

['faɪnəli] , [ə'baʊt] - , [θriː] [jʌŋ] ['fɪzɪsɪsts] , [ɑː(r)] . [el] . ['flaɪʃər] , [piː] . [biː] . [praɪs] , [ænd; ənd]
Finally , about 1960 , three young physicists , R . L . Fleischer , P . B . Price , and
最后 , 关于 - , 三 年轻的 物理学家 , 拉 . L . 弗莱舍 , P . B . 价格 , 和
[ɑː(r)] . [em] . ['wɔːkə(r)] ,
R . M . Walker ,
拉 . M . 沃克 ,

最后，大约在 1960 年，三位年轻的物理学家，RL Fleischer、PB Price 和 RM Walker，

['wɜːkɪŋ] [æt; ət][ðə; ði]['dʒen(ə)rəl] [ɪ'lektrɪk] [rɪ'sɜːtʃ] [lə'bɒrətri] ,
working at the General Electric Research Laboratory ,
在职的 在 这 一般的 电的 研究 实验室 ,

在通用电气研究实验室工作

[fel] [ə'pɒn][ðə; ði][aɪ'dɪə][ɒv; əv] ['etʃɪŋ] ['freʃli] ['brəʊkən] ['sɜːrfɪs] [ɒv; əv] ['krɪstlz] [wɪð] ['æsɪd] .
fell upon the idea of etching freshly broken surfaces of crystals with acid .
跌倒 之上 这 主意 的 蚀刻 新鲜的 破碎的 表面 的 晶体 和 酸 .

突然想到可以用酸蚀刻晶体新破碎的表面。

[ðeɪ] ['riːzənd] [ðæt] [ə; eɪ]['riːdʒən][səʊ] [ɪn'tensli] [dɪ'stɜːbd] [baɪ][ðə; ði] ['pæsɪdʒ] [ɒv; əv][ə; eɪ] ['fɪʃ(ə)n]
They reasoned that a region so intensely disturbed by the passage of a fission
他们 有理智的 那 一个 地区 所以 强烈地 不安 经过 这 通道 的 一个 裂变
['frægmənt][ʃʊd; ʃəd][biː; bi] [etʃt] [mɔː(r)] ['iːzəli] [ænd; ənd] ['diːpli] [ðæn; ðən][ðə; ði] [ˌʌndɪ'stɜːbd]
fragment should be etched more easily and deeply than the undisturbed
分段 应该 是 蚀刻 更多的 容易地 和 深 比 这 未受干扰
[sə'raʊndɪŋ] ['krɪst(ə)l] .
surrounding crystal .
周围 水晶 .

他们推断，受到裂变碎片强烈扰动的区域应该比周围未受扰动的晶体更容易被蚀刻，而且蚀刻得更深。

[ðæt] [aɪ'dɪə] [tɜːnd] [aʊt][tuː; tə][biː; bi] [kə'rekt] ,
That idea turned out to be correct ,
那 主意 转向 出去 到 是 正确的 ,

事实证明这个想法是正确的。

[ænd; ənd] ['fɪʃ(ə)n] [træks] [hæv; həv] [naʊ] [biːn] [faʊnd] [ɪn]['ɔːlməʊst] ['evri] ['kɒmən] ['mɪnərəl] ([sɪns]

and	fission	tracks	have	now	been	found	in	almost	every	common	mineral	(	since
和	裂变	轨道	有	现在	到过	成立	在	几乎	每一个	常见的	矿物	(	自从

['ɔːlməʊst][ɔːl] ['mɪnərəlz] [kən'teɪn] [smɔːl] [ə'maʊnts] [ɒv; əv][juː'reɪniəm]) . -

almost	all	minerals	contain	small	amounts	of	uranium	)	.	25
几乎	全部	矿物	包含	小的	金额	的	铀	)	.	-

现在几乎在所有常见矿物中都发现了裂变径迹（因为几乎所有矿物都含有少量铀）。25

[træks] [ɒv; əv][juː'reɪniəm] ['fɪʃ(ə)n] [frɒm; frəm][ə; eɪ]['fɒs(ə)l] ['æntɪləʊp] [bəʊn] ['frægmənt][frɒm; frəm]

Tracks	of	uranium	fission	from	a	fossil	antelope	bone	fragment	from
轨道	的	铀	裂变	从	一个	化石	羚羊	骨	分段	从

['hoʊpˌfild] , [keɪp] ['prɒvɪns] , [saʊθ] ['æfrɪkə] .

Hopefield	,	Cape	Province	,	South	Africa	.
霍普菲尔德	,	岬	省	,	南	非洲	.

南非开普省霍普菲尔德出土的一块羚羊化石骨骼碎片上的铀裂变痕迹。

[ðə; ði] ['fɪʃ(ə)n] [klɒk] ['meθəd] [wɜːks] [ðɪs] [weɪ] :

The	fission	clock	method	works	this	way	:
这	裂变	钟	方法	作品	这	方式	:

裂变时钟法的工作原理如下：

[ə; eɪ] ['kliːvɪdʒ] [feɪs] [ɔː(r)][ə; eɪ] ['pɒlɪʃt] ['sɜːfɪs] [ɒv; əv][ə; eɪ]['krɪst(ə)l][ɔː(r)] [glɑːs] ['frægmənt][ɪz] [etʃt]

A	cleavage	face	or	a	polished	surface	of	a	crystal	or	glass	fragment	is	etched
一个	乳沟	脸	或者	一个	抛光	表面	的	一个	水晶	或者	玻璃	分段	是	蚀刻

[wɪð] [ə; eɪ]['suːtəb(ə)l] ['sɒlvənt] .

with	a	suitable	solvent	.
和	一个	合适的	溶剂	.

用合适的溶剂蚀刻晶体或玻璃碎片的解理面或抛光面。

['dɪfrənt] ['æsɪd] [wɜːk] [best][fɔː(r); fə(r)] ['dɪfrənt] [mə'tɪəriəlz] ,

Different	acids	work	best	for	different	materials	,
不同的	酸	工作	最好的	为了	不同的	材料	,

不同的酸最适合用于不同的材料。

[ænd; ənd][ə; eɪ]['suːtəb(ə)l][prə'siːdʒə(r)][mʌst; məst][biː; bi] [dɪ'veləpt] [ɪ'speʃəli] [fɔː(r); fə(r)] [iːtʃ]

and	a	suitable	procedure	must	be	developed	especially	for	each
和	一个	合适的	程序	必须	是	发达	尤其	为了	每个

['sʌbstəns] .

substance	.
物质	.

必须针对每种物质制定合适的处理方法。

[ðə; ði] ['etʃɪŋ] [brɪŋz] [aʊt][ðə; ði] ['fɪʃ(ə)n] [træks] [səʊ] [ðeɪ] [kæn; kən][biː; bi] [siːn] (['juːʒuəli; 'juːʒəli][æz; əz]

The	etching	brings	out	the	fission	tracks	so	they	can	be	seen	(	usually	as
这	蚀刻	带来	出去	这	裂变	轨道	所以	他们	能	是	已见	(	通常	作为

['lɪt(ə)l] ['kɒnɪkl] [pɪts]) [ænd; ənd] ['kaʊntɪd] ['ʌndə(r)][ə; eɪ]['maɪkrəskəʊp] .

little	conical	pits	)	and	counted	under	a	microscope	.
小的	锥	坑	)	和	计数	在下面	一个	显微镜	.

蚀刻使裂变径迹显现出来，以便在显微镜下观察（通常表现为小的锥形坑）和计数。

['ɑːftə(r)] [ðɪs] , [ðə; ði]['sɑːmp(ə)l][ɪz][ɪk'spəʊzd][tuː; tə][ə; eɪ] [nəʊn] [ə'maʊnt] [ɒv; əv] [sləʊ] ['njuːtrɔnz] [-]

After	this	,	the	sample	is	exposed	to	a	known	amount	of	slow	neutrons	[	15	]
后	这	,	这	样本	是	裸露	到	一个	已知	数量	的	慢的	中子	[	-	]

[ɪn][ə; eɪ]['njuːkliə(r)][riˈæktə(r)] .

in	a	nuclear	reactor	.
在	一个	核	反应堆	.

之后，将样品置于核反应堆中，暴露于已知数量的慢中子[15]。

[njuː] ['fiʃən] [ɑː(r); ə(r)] [prə'djuːst] ,

New	fissions	are	produced	,
新的	裂变	是	生产	,

产生新的裂变粒子，

[bʌt; bət] [ðɪs] [taɪm] ['əʊnli][ɪn] ^{235}U ([wɪtʃ] [ɪz]['prez(ə)nt][ɪn][ɔ:l]['nætʃ(ə)rəl][ju'reɪniəm][ɪn][ðə; ði] [prə'pɔ:ʃ(ə)n]

but	this	time	only	in	^{235}U	(	which	is	present	in	all	natural	uranium	in	the	proportion
但	这	时间	仅有的	在	^{235}U	(	哪个	是	展示	在	全部	自然的	铀	在	这	部分

[ɒv; əv][wʌn]['ætəm][ɒv; əv] ^{235}U [tu:; tə] - . ['sɛvən]['ætəmz][ɒv; əv] ^{238}U) ,

of	1	atom	of	^{235}U	to	137	.	7	atoms	of	^{238}U	)	,
的	1	原子	的	^{235}U	到	-	.	7	原子	的	^{238}U	)	,

但这次只存在于^{235}U中（所有天然铀中都含有^{235}U，比例为1个^{235}U原子比137.7个^{238}U原子）。

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [sləʊ] ['nju:trɔnz] [du:; də][nɒt] [prə'dju:s] ['fiʃən] [ɪn] ^{238}U . ['ɑ:ftə(r)][ðə; ði] ['nju:trɒn]

because	slow	neutrons	do	not	produce	fissions	in	^{238}U	.	After	the	neutron
因为	慢的	中子	做	不是	生产	裂变	在	^{238}U	.	后	这	中子

[ɪˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] ,

irradiation	,
辐射	,

因为慢中子不会在^{238}U中引起裂变。中子辐照后，

[ðə; ði] [seɪm] ['sɜ:fɪs] [ɪz] [etʃt] [ə'gen] , [ænd; ənd][ðə; ði] [nju:] [træks] ['kaʊntɪd] .

the	same	surface	is	etched	again	,	and	the	new	tracks	counted	.
这	相同的	表面	是	蚀刻	再次	,	和	这	新的	轨道	计数	.

同一表面再次被蚀刻，并统计新出现的痕迹。

[ðə; ði][əʊld] [træks] , ['hævɪŋ] [bi:n] [etʃt] [twaɪs] ,

The	old	tracks	,	having	been	etched	twice	,
这	老的	轨道	,	拥有	到过	蚀刻	两次	,

旧铁轨被刻了两遍，

[naʊ] [ə'pɪə(r)] ['lɑ:dʒə(r)][ænd; ənd] [ðʌs] [kæn; kən][bi:; bi] [dɪ'stɪŋgwɪʃt] [frɒm; frəm][ðə; ði] [nju:] [wʌnz] [ðæt]

now	appear	larger	and	thus	can	be	distinguished	from	the	new	ones	that
现在	出现	更大的	和	因此	能	是	杰出的	从	这	新的	一个	那

[wɜ:(r); wə(r)] [kɔ:zd] [baɪ] ^{235}U ['fɪʃ(ə)n] . -

were	caused	by	^{235}U	fission	.	26
是	导致	经过	^{235}U	裂变	.	-

现在它们看起来更大，因此可以与由^{235}U裂变产生的新产生的核壳区分开来。26

[ðə; ði] [reɪt] [æt; ət] [wɪtʃ] ^{238}U [di'kei] [baɪ] ['fɪʃ(ə)n] , - , [ɪz] [nəʊn] ,

The	rate	at	which	^{238}U	decays	by	fission	,	λf	,	is	known	,
这	速度	在	哪个	^{238}U	衰变	经过	裂变	,	-	,	是	已知	,

^{238}U 裂变衰变的速率 λf 是已知的，

[æz; əz][ɑ:(r); ə(r)][ðə; ði] [reɪt] [ˌaɪ 'ti:] [di'kei] [baɪ] ['ælfə] [dɪ'keɪ] , - , [ænd; ənd][ðə; ði]['təʊt(ə)l]['nʌmbə(r)]

as	are	the	rate	it	decays	by	alpha	decay	,	λα	,	and	the	total	number
作为	是	这	速度	它	衰变	经过	阿尔法	衰变	,	-	,	和	这	全部的	数字

[ɒv; əv] [sləʊ] ['nju:trɔnz] ,

of	slow	neutrons	,
的	慢的	中子	,

以及它通过α衰变衰变的速率λα和慢中子的总数，

[en] , [tu:; tə] [wɪtʃ] [ðə; ði]['sɑ:mp(ə)l][wɒz; wəz][ɪk'spəʊzd][ɪn][ðə; ði][ri'æktə(r)] .

n	,	to	which	the	sample	was	exposed	in	the	reactor	.
n	,	到	哪个	这	样本	曾是	裸露	在	这	反应堆	.

n，样品在反应器中暴露于该物质。

[ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði]['krɪst(ə)l][ɔ:(r)] [glɑ:s] [kæn; kən] [ðen] [bi:; bi]['kælkjuleɪtɪd] :

The	age	of	the	crystal	or	glass	can	then	be	calculated	:
这	年龄	的	这	水晶	或者	玻璃	能	然后	是	计算	:

这样就可以计算出水晶或玻璃的年代：

[ti:] =1

t	=1
t	=1

t = 1

-
λα
-

λα

[ˌɛl'ɛn]	(	[wʌn]	+
ln	**(**	**1**	**+**
ln	(	1	+

ln (1 +

[ɛn'ɛn 'ɛs]
nNs
nns

nNs

[ˌen 'aɪ]
Ni
尼

尼

×	['kɒnstənt]	)
×	**constant**	**)**
×	持续的	)

× 常数)

[weə(r)]
where
在哪里

在哪里

[ˌɛl'ɛn]	=	[ðə; ði]['nætʃ(ə)rəl]	['lɒgərɪðəm]	(	[lɒg][tuː; tə][ðə; ði]	[beɪs]	[iː]	)	,
ln	**=**	**the**	**natural**	**logarithm**	**(**	**log**	**to**	**the**	**base**	**e**	**)**	**,**
ln	=	这	自然的	对数	(	日志	到	这	根据	e	)	,

ln = 自然对数（以 e 为底的对数），

[ˌɛn'ɛs]	=	[ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['ætəmz][ɪn][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l]	.
Ns	**=**	**the**	**number**	**of**	**atoms**	**in**	**the**	**sample**	**.**
纳斯	=	这	数字	的	原子	在	这	样本	.

Ns = 样品中的原子数。

[ˌen 'aɪ]	=	[ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['ætəmz][ɒv; əv]	^{235}U	[ɪn][ðə; ði]	[ɪ'reɪdieɪtɪd]	['sɑːmp(ə)l]	,
Ni	**=**	**the**	**number**	**of**	**atoms**	**of**	**^{235}U**	**in**	**the**	**irradiated**	**sample**	**,**
尼	=	这	数字	的	原子	的	^{235}U	在	这	辐照	样本	,

Ni = 辐照样品中^{235}U原子的数量，

[ænd; ənd][ðə; ði]	['kɒnstənt]	[hæz; həz][ðə; ði]	['vælјuː]	:	½
and	**the**	**constant**	**has**	**the**	**value**	**:**	**½**
和	这	持续的	有	这	价值	:	½

常数的值为：½

-	×	-	×	10^{-24}
λα	**×**	**582**	**×**	**10^{-24}**
-	×	-	×	10^{-24}

λα × 582 × 10^{-24}

-	×	-	.	7=	[fɔːr]	.	-	×	10^{-18}
λf	**×**	**137**	**.**	**7=**	**4**	**.**	**25**	**×**	**10^{-18}**
-	×	-	.	7=	4	.	-	×	10^{-18}

λf × 137.7 = 4.25 × 10^{-18}

['fɪʃ(ə)n]	-	[træk]	['deɪtɪŋ]	[ɪz][ə; eɪ][brænd]	[njuː]	[tek'niːk]	,	[stɪl]	['əʊnli]	['pɑːtli]	[dɪ'veləpt]	.
Fission	**-**	**track**	**dating**	**is**	**a**	**brand**	**new**	**technique**	**,**	**still**	**only**	**partly**	**developed**	**.**
裂变	-	追踪	约会	是	一个	品牌	新的	技术	,	仍然	仅有的	部分	发达	.

裂变径迹测年法是一项全新的技术，目前仍处于部分开发阶段。

[ˌaɪ ˈtiː][hæz; həz] [ɪˈnɔːməs] [reɪndʒ][ænd; ənd][ɪz] [əˈplɪkəb(ə)l] [tuː; tə] [ˈnjuːmərəs] [ˈmɪnərəlz] ;

It	has	enormous	range	and	is	applicable	to	numerous	minerals	;
它	有	巨大的	范围	和	是	适用的	到	很多的	矿物	;

它的应用范围非常广泛，适用于多种矿物；

[ðiːz] [ədˈvæntɪdʒ] [ɪmˈplaɪ] [ðæt] [ˌaɪ ˈtiː][ɪz] [ˈlaɪkli] [tuː; tə] [bɪˈkʌm] [ˈveri] [ˈjuːsf(ə)l] .

these	advantages	imply	that	it	is	likely	to	become	very	useful	.
这些	优势	意味着	那	它	是	可能	到	变得	非常	有用	.

这些优势意味着它很可能变得非常有用。

[æn; ən][əˈtɒmɪk] [əbˈzɔːpʃ(ə)n] [ˌspektrəʊfəʊˈtɒmɪtə(r)] [ɪz] [juːst] [tuː; tə] [ˈmeʒə(r)] [ðə; ði] [əˈmaʊnt] [ɒv; əv]

An	atomic	absorption	spectrophotometer	is	used	to	measure	the	amount	of
一个	原子	吸收	分光光度计	是	用过的	到	措施	这	数量	的

[pəˈtæsiəm] [ɪn] [ˈsæmpl] [ɒv; əv][ˈmaɪkə] [dɪˈzɒlvd] [ɪn][ˈæsɪd] . -

potassium	in	samples	of	mica	dissolved	in	acid	.	27
钾	在	样品	的	云母	溶解	在	酸	.	-

采用原子吸收分光光度计测定溶解于酸中的云母样品中钾的含量。27

-

Plumbology

-

管道学

[ðə; ði][məʊst] [ˈkɒmplɪkeɪtɪd] [ænd; ənd] [ˈðeəfɔː(r)] [ˈprɒbəbli] [ðə; ði][məʊst] [ˈɪntrəstɪŋ] [dɪˈkeɪ] [skiːm]

The	most	complicated	and	therefore	probably	the	most	interesting	decay	scheme
这	最多	复杂的	和	所以	大概	这	最多	有趣的	衰变	方案

[ɒv; əv][ɔːl][ɪz][ðə; ði] [dɪˈkeɪ] [ɒv; əv][juˈreɪniəm][tuː; tə] [liːd] ,

of	all	is	the	decay	of	uranium	to	lead	,
的	全部	是	这	衰变	的	铀	到	带领	,

所有衰变方案中最复杂，因此也可能是最有趣的，是铀衰变为铅的过程。

[dɪˈskʌvəd] [wel] [ˈəʊvə(r)][hɑːf][ə; eɪ] [ˈsentʃəri] [əˈgəʊ][ænd; ənd] [stɪl] [ɪnˈtensɪvli] [ˈstʌdid] .

discovered	well	over	half	a	century	ago	and	still	intensively	studied	.
发现	出色地	超过	一半	一个	世纪	前	和	仍然	密集地	研究	.

这项发现早在半个多世纪前就已存在，至今仍是研究的热点。

[ðeə(r)] [ɑː(r); ə(r)] [ˈsevrəl] [ˈriːz(ə)nz] [fɔː(r); fə(r)][ðə; ði] [ˈɪntrəst] .

There	are	several	reasons	for	the	interest	.
那里	是	一些	原因	为了	这	兴趣	.

人们对此感兴趣的原因有很多。

[fɜːst] , [juˈreɪniəm][ænd; ənd] [liːd] [ɑː(r); ə(r)] [ˌdʒiːoʊˈkɛmɪkli] [ˈsepəreɪtɪd] [tuː; tə][ə; eɪ] [haɪ] [dɪˈgriː] ,

First	,	uranium	and	lead	are	geochemically	separated	to	a	high	degree	,
第一的	,	铀	和	带领	是	地球化学	分开	到	一个	高的	程度	,

首先，铀和铅在地球化学上高度分离，

[nɒt][ˈəʊnli][ɒn][ðə; ði] [smɔːl] [skeɪl] [ɒv; əv][æn; ən][ɔː(r)] [dɪˈpɒzɪt] [bʌt; bət][ˈɔːlsəʊ][ɒn][ðə; ði] [skeɪl] [ɒv; əv]

not	only	on	the	small	scale	of	an	ore	deposit	but	also	on	the	scale	of
不是	仅有的	在	这	小的	规模	的	一个	矿石	订金	但	还	在	这	规模	的

[ðə; ði] [ɜːθ] [æz; əz][ə; eɪ] [həʊl] .

the	earth	as	a	whole	.
这	地球	作为	一个	所有的	.

不仅在矿床这样的小规模范围内，而且在整个地球的规模范围内。

[ˈsekənd] ,

Second	,
第二	,

第二，

['nætʃ(ə)rəl][ju'reɪniəm][hæz; həz] [tu:] ['aɪsəˌəʊps] [wɪð] [hɑ:f] - [laɪvz; lɪvz] [ðæt] [ɑ:(r); ə(r)]['naɪðə(r)] [tu:] [lɒŋ]

natural	**uranium**	**has**	**two**	**isotopes**	**with**	**half**	**-**	**lives**	**that**	**are**	**neither**	**too**	**long**
自然的	铀	有	二	同位素	和	一半	-	生活	那	是	两者都不	也	长的

[nɔ:(r)] [tu:] [ʃɔ:t] [tu:; tə][bi:; bi]['ju:sf(ə)l] ([ðə; ði]['greɪtə(r)][hɑ:f] - [laɪf]['ɔ:lməʊst][ɪg'zæktli] ['i:kwəl] [ðə; ði]

nor	**too**	**short**	**to**	**be**	**useful**	**(**	**the**	**greater**	**half**	**-**	**life**	**almost**	**exactly**	**equaling**	**the**
也不	也	短的	到	是	有用	(	这	更大的	一半	-	生活	几乎	确切地	等于	这

[eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜ:θ]) ,

age	**of**	**the**	**earth**	**)**	**,**
年龄	的	这	地球	)	,

天然铀有两种同位素，它们的半衰期既不太长也不太短，具有实用价值（较长的半衰期几乎与地球的年龄完全相等）。

[ænd; ənd] [ði:z] [hɑ:f] - [laɪvz; lɪvz]['dɪfə(r)][frɒm; frəm] [i:tʃ] ['ʌðə(r)][baɪ][ə; eɪ]['fæktə(r)][ɒv; əv][ə'baʊt][sɪks] .

and	**these**	**half**	**-**	**lives**	**differ**	**from**	**each**	**other**	**by**	**a**	**factor**	**of**	**about**	**6**	**.**
和	这些	一半	-	生活	不同	从	每个	其他	经过	一个	因素	的	关于	6	.

[θri:] .

3	**.**
3	.

这些半衰期彼此相差约 6.3 倍。

[ðæt] [li:dz] [tu:; tə] ['veri] [ɪm'pɔ:t(ə)nt] ['kɒnsɪkwənsɪz] , [æz; əz][wi:; wi][ʃæl; ʃəl] [si:] .

That	**leads**	**to**	**very**	**important**	**consequences**	**,**	**as**	**we**	**shall**	**see**	**.**
那	线索	到	非常	重要的	结果	,	作为	我们	将	看	.

这将导致非常重要的后果，我们稍后会看到。

[θɜ:d] , [ju'reɪniəm][ænd; ənd] [li:d] [ɑ:(r); ə(r)][bəuθ] ['kɒmən] ,

Third	**,**	**uranium**	**and**	**lead**	**are**	**both**	**common**	**,**
第三	,	铀	和	带领	是	两个都	常见的	,

第三，铀和铅都是常见的元素。

[ænd; ənd] [tek'ni:ks] [ɑ:(r); ə(r)][ə'veɪləb(ə)l][fɔ:(r); fə(r)] [ɪk'stræktɪŋ] [ðem; ðəm][ɪn] ['meʒərəbl] [k'wɒntɪtɪz]

and	**techniques**	**are**	**available**	**for**	**extracting**	**them**	**in**	**measurable**	**quantities**
和	技术	是	可用的	为了	提取	他们	在	可测量的	数量

[frɒm; frəm]['ɔ:lməʊst]['eni]['nætʃ(ə)rəl][mə'tɪərɪəl] .

from	**almost**	**any**	**natural**	**material**	**.**
从	几乎	任何	自然的	材料	.

并且有多种技术可以从几乎任何天然材料中提取出可测量的量。

[æz; əz][ə; eɪ] ['kɒnsɪkwəns] [ɒv; əv] [ði:z] ['hæpi] ['sɜ:kəmstənsɪz] ,

As	**a**	**consequence**	**of**	**these**	**happy**	**circumstances**	**,**
作为	一个	结果	的	这些	快乐的	情况	,

由于这些令人欣喜的情况，

[ðə; ði] ['stʌdi] [ɒv; əv][ju'reɪniəm][ænd; ənd] [li:d] [hæz; həz][kən'trɪbju:tɪd][ə; eɪ] [greɪt] [di:l] [tu:; tə]

the	**study**	**of**	**uranium**	**and**	**lead**	**has**	**contributed**	**a**	**great**	**deal**	**to**
这	学习	的	铀	和	带领	有	贡献	一个	伟大的	交易	到

[ˌʌndə'stændɪŋ] [ðə; ði] ['ɜ:rθs] ['hɪstri; 'hɪstəri][ænd; ənd][ðə; ði] ['prəʊsesɪz] [ðæt] [gəʊ][ɒn][ˌɪn'saɪd][ˌaɪ 'ti:] .

understanding	**the**	**earth's**	**history**	**and**	**the**	**processes**	**that**	**go**	**on**	**inside**	**it**	**.**
理解	这	地球的	历史	和	这	流程	那	去	在	里面	它	.

对铀和铅的研究极大地增进了我们对地球历史及其内部过程的了解。

[ef] . [dʒi:] . - , [wʌn][ɒv; əv][ðə; ði] [greɪt] [ˌpaɪə'nɪəs] [ɪn] [ðɪs] ['stʌdi] , ['dʒəʊkɪŋli] [kɔ:ld] [ðə; ði]

F	**.**	**G**	**.**	**Houtermans**	**,**	**one**	**of**	**the**	**great**	**pioneers**	**in**	**this**	**study**	**,**	**jokingly**	**called**	**the**
F	.	G	.	-	,	一	的	这	伟大的	先驱者	在	这	学习	,	开玩笑地	称为	这

['meθəd] - ,

method	**PLUMBOLOGY**	**,**
方法	-	,

FG Houtermans是这项研究的伟大先驱之一，他戏称这种方法为“铅学”。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'ti:] [si:m] [ə; eɪ]['ju:sf(ə)l] [neɪm] .

and	**it**	**seems**	**a**	**useful**	**name**	**.**
和	它	似乎	一个	有用	姓名	.

而且这似乎是个很实用的名字。

[ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ]
THE AGE OF THE EARTH
这 年龄 的 这 地球

地球的年龄

[ðə; ði] ['greɪtɪst] [ə'tʃiːvmənt] [ɒv; əv][ðə; ði] “ - ” [hæz; həz] [biːn] [ðə; ði][ˌkælkju'leɪʃ(ə)n]
The greatest achievement of the “ plumbologists ” has been the calculation
这 最 成就 的 这 “ - ” 有 到过 这 计算
[ɒv; əv][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] ,
of the age of the earth ,
的 这 年龄 的 这 地球 ,

“铅水力学专家”最伟大的成就是计算出了地球的年龄。

[fɜːst] [prə'pəʊzd] [baɪ] - , [ə; eɪ]['dʒɜːmən] ['fɪzɪsɪst] , [ænd; ənd] [ˌɪndɪ'pendəntli] [baɪ]['ɑːθə(r)]
first proposed by Houtermans , a German physicist , and independently by Arthur
第一的 建议的 经过 - , 一个 德语 物理学家 , 和 独立 经过 亚瑟
[həʊmz] , [ə; eɪ] ['brɪtɪʃ] [dʒi'ɒlədʒɪst] ,
Holmes , a British geologist ,
福尔摩斯 , 一个 英国 地质学家 ,

该理论最初由德国物理学家豪特曼斯提出，后来英国地质学家亚瑟·霍姆斯也独立提出了该理论。

[ɪn] - [ænd; ənd]['faɪnəli] [pə'fektɪd] [baɪ][siː] . [siː] . ['pætərsən] [ɪn] - .
in 1946 and finally perfected by C . C . Patterson in 1953 .
在 - 和 最后 完善 经过 C . C . 帕特森 在 - .

1946 年，CC Patterson 最终在 1953 年完善了该技术。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['æktʃuəli] [ə; eɪ]['rɑːðə(r)]['sɪmp(ə)l][ˌkælkju'leɪʃ(ə)n] , [ɔːl'ðəʊ] [ðə; ði] [weɪ] [tuː; tə] [dɪ'skʌvərɪŋ] [ˌaɪ 'tiː]
It is actually a rather simple calculation , although the way to discovering it
它 是 实际上 一个 相当 简单的 计算 , 虽然 这 方式 到 发现 它
[wɒz; wəz][fɑː(r)][frɒm; frəm] ['iːzi] .
was far from easy .
曾是 远的 从 简单的 .

实际上这是一个相当简单的计算，尽管发现它的过程却远非易事。

[bɪ'fɔː(r)] [wiː; wi] [lʊk] [æt; ət][ˌaɪ 'tiː][ɪn]['diːteɪl] , [haʊ'evə(r)] ,
Before we look at it in detail , however ,
前 我们 看 在 它 在 细节 , 然而 ,

不过，在我们详细探讨之前，

[lets] [kən'sɪdə(r)][sʌm; səm]['beɪsɪk] [ə'sʌmpʃən] [ænd; ənd][ɪk'spleɪn] [wɒt] [ɪz] [ment] [baɪ] “ [ðə; ði][eɪdʒ]
let's consider some basic assumptions and explain what is meant by “ the age
我们来吧 考虑 一些 基本的 假设 和 解释 什么 是 意思是 经过 “ 这 年龄
[ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] ” .
of the earth ” .
的 这 地球 ” .

让我们考虑一些基本假设，并解释一下“地球年龄”的含义。

[frɒm; frəm] ['stʌdiɪŋ] [ðə; ði] [mə'kænɪks] [ɒv; əv][ðə; ði]['səʊlə(r)] ['sɪstəm] ,
From studying the mechanics of the solar system ,
从 学习 这 机械学 的 这 太阳的 系统 ,

通过研究太阳系的运行机制，

['saɪəntɪsts] [hæv; həv] [bɪ'kʌm] ['riːz(ə)nəbli] ['sɜːt(ə)n] [ðæt] [ðə; ði] [ɜːθ] [ænd; ənd][ðə; ði]['ʌðə(r)] ['plænɪts]
scientists have become reasonably certain that the earth and the other planets
科学家 有 变得 合理 肯定 那 这 地球 和 这 其他 行星
[ænd; ənd][ðeə(r)] ['sætlˌaɪts] [ɔːl][wɜː(r); wə(r)] [fɔːmd] [ɪn][ə; eɪ] ['kɒmən] ['prəʊses][ɪn][ə; eɪ] ['relətɪvli] [ʃɔːt]
and their satellites all were formed in a common process in a relatively short
和 他们的 卫星 全部 是 形成 在 一个 常见的 过程 在 一个 相对地 短的
['pɪəriəd][ɒv; əv][taɪm] ,
period of time ,
时期 的 时间 ,

科学家们已经基本确定，地球和其他行星及其卫星都是在相对较短的时间内通过共同的过程形成的。

[ˌdʒiːəˈlɒdʒɪkli] ['spiːkɪŋ] .
geologically **speaking** **.**
地质学 请讲 .

从地质学角度来说。

[pə'hæps] [ˌaɪ 'tiː] [tʊk] [ə; eɪ]['dʌz(ə)n] million28
Perhaps **it** **took** **a** **dozen** **million28**
也许 它 采取 一个 打 million28

或许需要一千二百万28

[jˈiəz] [ɔː(r)][səʊ] , [bʌt; bət] [kəmˈpeəd] [tuː; tə][ðə; ði][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪˈlæpst] [sɪns] , [ðæt] [ɪz][ə; eɪ]
years **or** **so** **,** **but** **compared** **to** **the** **time** **that** **has** **elapsed** **since** **,** **that** **is** **a**
年 或者 所以 , 但 比较的 到 这 时间 那 有 过去 自从 , 那 是 一个
['twɪŋklɪŋ] .
twinkling **.**
闪烁 .

虽然只有几年时间，但与此后经过的时间相比，这只是转瞬即逝。

[æt; ət][sʌm; səm][taɪm] [suːn] ['ɑːftəwədz] , [ðə; ði] [ɜːθ] [bɪˈkeɪm] ['məʊltən] ,
At **some** **time** **soon** **afterwards** **,** **the** **earth** **became** **molten** **,**
在 一些 时间 很快 然后 , 这 地球 成为 熔融的 ,

此后不久，地球就熔化了。

[ɔː(r)][æt; ət] ['eni] [reɪt] ['fluːɪd] [ɪˈnʌf] [tuː; tə] [əˈlaʊ] [mʌtʃ] [ɒv; əv][ɪts]['aɪən][tuː; tə]['set(ə)l] [təˈwɔːd] [ðə; ði]
or **at** **any** **rate** **fluid** **enough** **to** **allow** **much** **of** **its** **iron** **to** **settle** **toward** **the**
或者 在 任何 速度 体液 足够的 到 允许 很多 的 它是 铁 到 定居 朝向 这
['sentə(r)][tuː; tə] [fɔːm] [ðə; ði] ['ɜːrθs] [kɔː(r)] .
center **to** **form** **the** **earth's** **core** **.**
中心 到 形式 这 地球的 核 .

或者至少具有足够的流动性，使其中的大部分铁沉降到地心形成地核。

['sɪmələ(r)] [kɔːrz] [prɪˈzjuːməbli] [fɔːmd] [ɪn]['ʌðə(r)] ['plænɪts] .
Similar **cores** **presumably** **formed** **in** **other** **planets** **.**
相似的 核心 想必 形成 在 其他 行星 .

其他行星上可能也形成了类似的内核。

[æz; əz][ðə; ði]['aɪən] [went] [daʊn] , [ˌaɪ 'tiː] [tʊk] [sʌm; səm] [liːd] [wɪð] [ˌaɪ 'tiː] , [ænd; ənd][æz; əz][ðə; ði] ['sɪlɪkə]
As **the** **iron** **went** **down** **,** **it** **took** **some** **lead** **with** **it** **,** **and** **as** **the** **silica**
作为 这 铁 去 向下 , 它 采取 一些 带领 和 它 , 和 作为 这 二氧化硅
[went] [ʌp] ,
went **up** **,**
去 向上 ,

铁含量下降时，带走了一些铅；二氧化硅含量上升时，

[juˈreɪniəm] ['fɒləʊd] [ˌaɪ 'tiː] [təˈwɔːd] [ðə; ði] ['sɜːfɪs] , [bɪˈkəz; bɪˈkɒz][ɒv; əv][ðə; ði]['kemɪk(ə)l] [əˈfɪnəti]
uranium **followed** **it** **toward** **the** **surface** **,** **because** **of** **the** **chemical** **affinity**
铀 随后 它 朝向 这 表面 , 因为 的 这 化学 亲和力
[bɪˈtwiːn] [ðiːz] [kaɪndz][ɒv; əv] ['elɪmənts] .
between **these** **kinds** **of** **elements** **.**
之间 这些 种类 的 元素 .

由于这类元素之间存在化学亲和力，铀也随之上升到地表。

[ɪn][ðə; ði]['prez(ə)nt] [ɜːθ] , [wiː; wi][hæv; həv] [faʊnd] , ['ɔːlməʊst][ɔːl][ðə; ði][juˈreɪniəm][ɪz] ['kɒnsntreɪtɪd] [ɪn]
In **the** **present** **earth** **,** **we** **have** **found** **,** **almost** **all** **the** **uranium** **is** **concentrated** **in**
在 这 展示 地球 , 我们 有 成立 , 几乎 全部 这 铀 是 集中 在
[ðə; ði][tɒp]['leɪə(r)] ,
the **top** **layer** **,**
这 顶部 层 ,

我们发现，在当今地球上，几乎所有的铀都集中在表层。

[ɔː(r)] [krʌst] ,
or **crust** **,**
或者 地壳 ,

或地壳，

[wɪtʃ] [ɪz]['əʊnli] [ə'baʊt] - [maɪlz] [θɪk] ['ʌndə(r)][ðə; ði] ['kɒntɪnənts] [ænd; ənd]['iːv(ə)n] ['θɪnə(r)] ['ʌndə(r)]
which **is** **only** **about** **25** **miles** **thick** **under** **the** **continents** **and** **even** **thinner** **under**
哪个 是 仅有的 关于 - 英里 厚的 在下面 这 各大洲 和 甚至 更薄 在下面
[ðə; ði] ['əʊʃnz] .
the **oceans** **.**
这 海洋 .

在大陆下方，地层厚度仅约 25 英里，在海洋下方则更薄。

[ɪn'tɜːn(ə)l] ['strʌktʃə(r)] [ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] .
Internal **structure** **of** **the** **earth** **.**
内部的 结构 的 这 地球 .

地球的内部结构。

[ðə; ði] ['sentrəl] [kɔː(r)][ɪz] ['prɒbəbli] [æn; ən] ['ælɔɪ] [ɒv; əv]['aɪən][ænd; ənd]['nɪk(ə)l] ,
The **central** **core** **is** **probably** **an** **alloy** **of** **iron** **and** **nickel** **,**
这 中央 核 是 大概 一个 合金 的 铁 和 镍 ,

中心核很可能是铁镍合金。

[sə'raʊndɪd] [baɪ][ə; eɪ]['mænt(ə)l][ɒv; əv] [les] [dens] ['sɪlɪkeɪt] [mə'tɪəriəl] , [wɪð] [ə; eɪ] [θɪn] [krʌst] [ɒv; əv]
surrounded **by** **a** **mantle** **of** **less** **dense** **silicate** **material** **,** **with** **a** **thin** **crust** **of**
包围 经过 一个 地幔 的 较少的 稠密 硅酸盐 材料 , 和 一个 薄的 地壳 的
[stɪl] ['laɪtə(r)] ['sɪlɪˌkeɪts] .
still **lighter** **silicates** **.**
仍然 打火机 硅酸盐 .

被一层密度较低的硅酸盐物质包裹，外层包裹着一层更轻的硅酸盐薄壳。

[ðə; ði] [taɪm] [ɒv; əv] [ðɪs] ['ɜːli] [ænd; ənd] ['relətɪvli] ['ræpɪd] [ˌsepə'reɪʃn] [ɒv; əv][juː'reɪniəm][ænd; ənd] [liːd]
The **time** **of** **this** **early** **and** **relatively** **rapid** **separation** **of** **uranium** **and** **lead**
这 时间 的 这 早期的 和 相对地 迅速的 分离 的 铀 和 带领
[ɒn][ə; eɪ] [ˌwɜːld'waɪd] [skeɪl] [ɪz][ðə; ði] [ɪ'vent] [ðæt] - [kæn; kən] [dɪ'tɜːmɪn] ,
on **a** **worldwide** **scale** **is** **the** **event** **that** **plumbologists** **can** **determine** **,**
在 一个 全世界 规模 是 这 事件 那 - 能 决定 ,

铅学家能够确定的是，早期且相对迅速地在全球范围内分离铀和铅的时间。

[ænd; ənd][ðə; ði]['pɪəriəd] [sɪns] [ðen] [ɪz] [wɒt] [ðeɪ] [miːn] [baɪ] “ [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] ” .
and **the** **period** **since** **then** **is** **what** **they** **mean** **by** **“** **the** **age** **of** **the** **earth** **”** **.**
和 这 时期 自从 然后 是 什么 他们 意思是 经过 “ 这 年龄 的 这 地球 ” .

他们所说的“地球年龄”指的就是自那时以来的这段时期。

[wen] - [fɜːst] [rəʊt] [ə'baʊt][ˌaɪ 'tiː] , [hiː; hi] [kɔːld] [ˌaɪ 'tiː] “ [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][juː'reɪniəm] ” .
When **Houtermans** **first** **wrote** **about** **it** **,** **he** **called** **it** **“** **the** **age** **of** **uranium** **”** **.**
什么时候 - 第一的 写道 关于 它 , 他 称为 它 “ 这 年龄 的 铀 ” .

当霍特曼斯第一次写到它时，他称之为“铀时代”。

[haʊ] [ɪz] [ðɪs] [dʌn] ?
How **is** **this** **done** **?**
如何 是 这 完毕 ?

这是如何实现的?

[wiː; wi][hæv; həv] [sed] [ðæt] [wʌn][ɒv; əv][ðə; ði]['aɪsəˌəʊps][ɒv; əv][juː'reɪniəm] , ^{235}U ,
We **have** **said** **that** **one** **of** **the** **isotopes** **of** **uranium** **,** **^{235}U** **,**
我们 有 说 那 一 的 这 同位素 的 铀 , ^{235}U ,

我们说过，铀的同位素之一，^{235}U，

[diˈkei] [fɑːstə(r)] — [ə'baʊt][sɪks] . [θriː][taɪmz][fɑːstə(r)] — [ðæn; ðən][ðə; ði]['ʌðə(r)] , ^{238}U .
decays **faster** **—** **about** **6** **.** **3** **times** **faster** **—** **than** **the** **other** **,** **^{238}U** **.**
衰变 快点 — 关于 6 . 3 时代 快点 — 比 这 其他 , ^{238}U .

衰变速度比另一种放射性核素^{238}U快约 6.3 倍。

[ðeɪ] [dɪ'keɪ] ['ɪntuː] [tuː] ['dɪfrənt] ['aɪsəˌəʊps][ɒv; əv] [liːd] .

They	decay	into	two	different	isotopes	of	lead	.
他们	衰变	进入	二	不同的	同位素	的	带领	.

它们衰变成两种不同的铅同位素。

['ðeəfɔː(r)] , [ɪf] [wiː; wi][kæn; kən] [dɪ'tɜːmɪn] [ðə; ði][ˌaɪsə'tɒpɪk][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n][ɒv; əv] ['ævərɪdʒ] ['ɔːd(ə)n(ə)ri]

Therefore	,	if	we	can	determine	the	isotopic	composition	of	average	ordinary
所以	,	如果	我们	能	决定	这	同位素	作品	的	平均的	普通的

[liːd] [ɪn][ðə; ði] ['ɜːrθs] [krʌst] [tə'deɪ] ,

lead	in	the	earth's	crust	today	,
带领	在	这	地球的	地壳	今天	,

因此，如果我们能够确定当今地壳中普通铅的平均同位素组成，

[ænd; ənd] [ɪf] [wiː; wi][kæn; kən] ['sʌmhaʊ] [əb'teɪn][ə; eɪ]['sɑːmp(ə)l][ɒv; əv][ðə; ði][kaɪnd][ɒv; əv] [liːd] [ðæt] [ɪz]

and	if	we	can	somehow	obtain	a	sample	of	the	kind	of	lead	that	is
和	如果	我们	能	不知何故	获得	一个	样本	的	这	种类	的	带领	那	是

[lɒkt] [ɪn][ðə; ði] ['ɜːrθs] [kɔː(r)] ,

locked	in	the	earth's	core	,
已锁定	在	这	地球的	核	,

如果我们能够以某种方式获得地球核心中蕴藏的那种铅的样本，

[wiː; wi][kæn; kən] calculate29

we	can	calculate29
我们	能	calculate29

我们可以计算29

[haʊ] [lɒŋ] [ˌaɪ 'tiː] [tʊk] [tuː; tə] [tʃeɪndʒ] [ðə; ði] [praɪ'mɔːdiəl] [liːd] ([laɪk] [ðæt] [ɪn][ðə; ði][kɔː(r)]) ['ɪntuː]

how	long	it	took	to	change	the	PRIMORDIAL	lead	(	like	that	in	the	core	)	into
如何	长的	它	采取	到	改变	这	原始的	带领	(	喜欢	那	在	这	核	)	进入

['prez(ə)nt] - [deɪ] [liːd] [ɪn][ðə; ði] [krʌst] [baɪ][ðə; ði]['grædʒuəl] [ə'dɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [liːd] — [liːd]

present	-	day	lead	in	the	crust	by	the	gradual	addition	of	radiogenic	lead	—	lead
展示	-	天	带领	在	这	地壳	经过	这	逐渐地	添加	的	放射成因	带领	—	带领

[ðæt] [hæz; həz] [rɪ'zʌltɪd] [frɒm; frəm][ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv][ju'reɪniəm] .

that	has	resulted	from	the	decay	of	uranium	.
那	有	结果	从	这	衰变	的	铀	.

原始铅（如地核中的铅）通过放射性铅（铀衰变产生的铅）的逐渐添加，转化为地壳中现代铅的过程需要多长时间?

[naʊ] , ['sʌmwʌn] [mait] ['lɒdʒɪkli] [ɑːsk] ,

Now	,	someone	might	logically	ask	,
现在	,	某人	可能	逻辑上	问	,

现在，有人可能会很自然地问：

“ ['ɪz(ə)nt][ˌaɪ 'tiː] ['nesəsəri] [tuː; tə] [nəʊ] ['ɔːlsəʊ][ðə; ði]['æktʃuəl] [ə'maʊnt] [ɒv; əv][ju'reɪniəm] [ɪn'vɒlvd] [ɪn]

“	Isn't	it	necessary	to	know	also	the	actual	amount	of	uranium	involved	in
“	不是	它	必要的	到	知道	还	这	实际的	数量	的	铀	涉及	在

[ðə; ði]['prəʊses] ,

the	process	,
这	过程	,

“难道不需要知道这个过程实际涉及的铀的量吗？”

[ænd; ənd]['ɪz(ə)nt] [ðɪs] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə] [dɪ'tɜːmɪn] ?

and	isn't	this	difficult	to	determine	?
和	不是	这	难的	到	决定	?

这难道不难判断吗?

" [ˌaɪ 'tiː] [tɜːnz] [aʊt] [tuː; tə] [biː; bi] [ə; eɪ] [rɪ'mɑːkəb(ə)l] ['æspekt] [ɒv; əv] [ðə; ði] [həʊmz] - -

"	It	turns	out	to	be	a	remarkable	aspect	of	the	Holmes	-	Houtermans
"	它	转弯	出去	到	是	一个	卓越	方面	的	这	福尔摩斯	-	-

[ˌkælkju'leɪʃ(ə)n] [ðæt] [ðə; ði] [juˈreɪniəm] - [ˌkɒns(ə)n'treɪʃ(ə)n] [tɜːmz] ['kæns(ə)l] [aʊt] [ɪn] [ðə; ði] [ɪ'kweɪʒnz]

calculation	that	the	uranium	-	concentration	terms	cancel	out	in	the	equations
计算	那	这	铀	-	专注	条款	取消	出去	在	这	方程式

[ænd; ənd] ['əʊnli] [ðə; ði] ['reɪʃiəʊ] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['aɪsəˌtəʊps] [ænd; ənd] [ðeə(r)] [dɪ'keɪ] ['kɔnstənts] [niːd] [biː; bi]

and	only	the	ratio	of	the	isotopes	and	their	decay	constants	need	be
和	仅有的	这	比率	的	这	同位素	和	他们的	衰变	常数	需要	是

[kən'sɪdəd] .

considered	.
经过考虑的	.

"事实证明，霍姆斯-豪特曼斯计算的一个显著特点是，铀浓度项在方程中相互抵消，只需要考虑同位素的比率及其衰变常数。

[ðiːz] [ɑː(r); ə(r)] [ɔːl] [nəʊn] ['ækjərətli] .

These	are	all	known	accurately	.
这些	是	全部	已知	准确	.

这些信息都是准确已知的。

[nekst] , [wiː; wi] [mʌst; məst] [dɪ'saɪd] [dʒʌst] [wɒt] [ɪz] ['ævərɪdʒ] ['prez(ə)nt] - [deɪ] [liːd] ?

Next	,	we	must	decide	just	what	is	average	present	-	day	lead	?
下一个	,	我们	必须	决定	只是	什么	是	平均的	展示	-	天	带领	?

接下来，我们必须确定当今平均铅含量是多少?

[ˌaɪ 'tiː] ['ɪz(ə)nt] [ɪ'nʌf] [tuː; tə] [gəʊ] [tuː; tə] [ə; eɪ] [liːd] [maɪn] [ænd; ənd] [get] [ə; eɪ] ['sɑːmp(ə)l] ,

It	isn't	enough	to	go	to	a	lead	mine	and	get	a	sample	,
它	不是	足够的	到	去	到	一个	带领	矿	和	得到	一个	样本	,

仅仅去铅矿取样是不够的，

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz] , [ʌn'fɔːtʃənətli] , [liːdz] [frɒm; frəm] ['dɪfrənt] [maɪnz] [hæv; həv] ['waɪdli] ['veərid] [ˌaɪsə'tɒpɪk]

because	,	unfortunately	,	leads	from	different	mines	have	widely	varied	isotopic
因为	,	很遗憾	,	线索	从	不同的	矿井	有	广泛	多种多样	同位素

[ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] — [ðæt] [ɪz] ,

composition	—	that	is	,
作品	—	那	是	,

因为不幸的是，不同矿山出产的铅的同位素组成差异很大——也就是说，

[ə; eɪ] ['dɪfrənt] ['mɪkstʃə(r)] [ɒv; əv] [fɔː(r)] ['nætʃ(ə)rəl] ['aɪsəˌtəʊps] , ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb ,

a	different	mixture	of	four	natural	isotopes	,	**^{204}Pb**	,	**^{206}Pb**	,	**^{207}Pb**	,
一个	不同的	混合物	的	四	自然的	同位素	,	^{204}Pb	,	^{206}Pb	,	^{207}Pb	,

四种天然同位素的不同混合物，^{204}Pb、^{206}Pb、^{207}Pb，

[ænd; ənd] **^{208}Pb** — [æz; əz] [ə; eɪ] [rɪ'zʌlt] [ɒv; əv] [ðeə(r)] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] ['hɪstəriz; 'hɪstriz] .

and	**^{208}Pb**	—	as	a	result	of	their	geologic	histories	.
和	^{208}Pb	—	作为	一个	结果	的	他们的	地质	历史	.

以及 ^{208}Pb——这是由于它们的地质历史所致。

[nəʊ] , [liːd] ['sæmpl] [frɒm; frəm] [ə; eɪ] [maɪn] [woʊnt] [duː; də] .

No	,	lead	samples	from	a	mine	won't	do	.
不	,	带领	样品	从	一个	矿	惯于	做	.

不，从矿井里提取的铅样本不行。

[haʊ'evə(r)] , [dʒɪ'ɔlədʒɪsts] [hæv; həv] [biːn] ['eɪb(ə)l] [tuː; tə] ['seprət] [liːd] [frɒm; frəm] ['riːs(ə)nt] [mə'riːn]

However	,	geologists	have	been	able	to	separate	lead	from	recent	marine
然而	,	地质学家	有	到过	有能力的	到	分离	带领	从	最近的	海洋

['sedəmənt] , [əb'teɪnd] [frɒm; frəm] [ðə; ði] ['əʊʃ(ə)n] ['bɒtəm] ,

sediments	,	obtained	from	the	ocean	bottom	,
沉积物	,	获得	从	这	海洋	底部	,

然而，地质学家已经能够从最近从海底获得的海洋沉积物中分离出铅。

[fɑː(r)][frɒm; frəm][lænd] .
far **from** **land** **.**
远的 从 土地 .

远离陆地。

[ðiːz] [ɑː(r); ə(r)][ɒv; əv]['juːnɪfɔːm][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] ,
These **are** **of** **uniform** **composition** **,**
这些 是 的 制服 作品 ,

它们成分均匀，

[ænd; ənd][ɑː(r); ə(r)] [gʊd] ['sæmpl] [ɒv; əv] [wɒt] [ðə; ðɪ] [wɜːrldz] ['rɪvəz] [brɪŋ] ['ɪntuː][ðə; ðɪ]['əʊʃ(ə)n] .
and **are** **good** **samples** **of** **what** **the** **world's** **rivers** **bring** **into** **the** **ocean** **.**
和 是 好的 样品 的 什么 这 世界的 河流 带来 进入 这 海洋 .

这些都是世界各条河流注入海洋的典型例子。

['ʌðə(r)]['juːsf(ə)l] ['sæmpl] [kæn; kən][biː; bi] [faʊnd] [ɪn] ['plætəʊ] [bæ'sɔːlts] ,
Other **useful** **samples** **can** **be** **found** **in** **plateau** **basalts** **,**
其他 有用 样品 能 是 成立 在 高原 玄武岩 ,

在高原玄武岩中可以找到其他有用的样品。

[wɪtʃ] [ɑː(r); ə(r)] [ɪ'nɔːməs] ['bɒdɪz] [ɒv; əv] [dɑːk] [vɒl'kænɪk] [rɒk] [ðæt] [meɪk] [ʌp][ðə; ðɪ] ['bedrɒk] [ɪn]
which **are** **enormous** **bodies** **of** **dark** **volcanic** **rock** **that** **make** **up** **the** **bedrock** **in**
哪个 是 巨大的 身体 的 黑暗的 火山 岩石 那 制作 向上 这 基岩 在
['meni] [pɑːts] [ɒv; əv][ðə; ðɪ] [wɜːld] .
many **parts** **of** **the** **world** **.**
许多 部分 的 这 世界 .

它们是巨大的黑色火山岩体，构成了世界许多地区的基岩。

[ðə; ðɪ] [liːd] [frɒm; frəm] [ðiːz] [bæ'sɔːlts][ɪz][ˌaɪsoʊ'tɑːpɪkli] ['veri] [mʌtʃ] [laɪk][ðə; ðɪ] [liːd] [ɪn][ðə; ðɪ] ['əʊʃnz] .
The **lead** **from** **these** **basalts** **is** **isotopically** **very** **much** **like** **the** **lead** **in** **the** **oceans** **.**
这 带领 从 这些 玄武岩 是 同位素 非常 很多 喜欢 这 带领 在 这 海洋 .

这些玄武岩中的铅的同位素组成与海洋中的铅非常相似。

['veri] [wel] , [bʌt; bət] [haʊ] [ə'baʊt][ðə; ðɪ] [liːd] [frɒm; frəm][ðə; ðɪ][kɔː(r)] ?
Very **well** **,** **but** **how** **about** **the** **lead** **from** **the** **core** **?**
非常 出色地 , 但 如何 关于 这 带领 从 这 核 ?

很好，但是核心部分的铅含量呢?

[weə(r)] [kæn; kən][wiː; wi][həʊp][tuː; tə][faɪnd][ə; eɪ]['sɑːmp(ə)l][ɒv; əv][ˌaɪ 'tiː] ?
Where **can** **we** **hope** **to** **find** **a** **sample** **of** **it** **?**
在哪里 能 我们 希望 到 寻找 一个 样本 的 它 ?

我们可以在哪里找到它的样品?

[ˌaɪ 'tiː] [tɜːnz] [aʊt][tuː; tə][biː; bi] ['iːzɪə] [ðæn; ðən][juː; jʊ] [maɪt] [θɪŋk] .
It **turns** **out** **to** **be** **easier** **than** **you** **might** **think** **.**
它 转弯 出去 到 是 更轻松 比 你 可能 思考 .

事实证明，这比你想象的要容易。

[ə'strɔnəməz] [bɪ'liːv] [ˌaɪ 'tiː] ['haɪli] ['prɒbəb(ə)l] [ðæt] [məʊst] ['mitɪərˌaɪt] [ɑː(r); ə(r)]['frægmənts][ɒv; əv]
Astronomers **believe** **it** **highly** **probable** **that** **most** **meteorites** **are** **fragments** **of**
天文学家 相信 它 高度 可能 那 最多 陨石 是 片段 的
[ə; eɪ]['fɔːmə(r)]['plænɪt] [ðæt] [brəʊk] [ʌp][fɔː(r); fə(r)]['riːz(ə)nz] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)][nɒt] [ɪn'taɪəli] [klɪə(r)] .
a **former** **planet** **that** **broke** **up** **for** **reasons** **that** **are** **not** **entirely** **clear** **.**
一个 以前的 行星 那 打破 向上 为了 原因 那 是 不是 完全 清除 .

天文学家认为，大多数陨石很可能是曾经存在过的行星的碎片，这些行星因一些尚不完全清楚的原因而解体。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['prɪti] ['defɪnət] , [haʊ'evə(r)] , [ðæt] [ðɪs] [ˌprəʊtəʊ'plænɪt] ([ɔː(r)] [ðiːz] [ˌprəʊtəʊ'plænɪt] ,
It **is** **pretty** **definite** **,** **however** **,** **that** **this** **protoplanet** **(** **or** **these** **protoplanets** **,**
它 是 漂亮的 定 , 然而 , 那 这 原行星 (或者 这些 原行星 ,

然而，可以肯定的是，这颗原行星（或这些原行星）

[fɔː(r); fə(r)][ðeə(r)] [meɪ] [hæv; həv] [biːn] [mɔː(r)][ðæn; ðən][wʌn]) [hæd; həd][æn; ən]['aɪən][kɔː(r)] ,

for	there	may	have	been	more	than	one	)	had	an	iron	core	,
为了	那里	可能	有	到过	更多的	比	一	)	有	一个	铁	核	,

因为可能不止一个）都具有铁芯，

[ænd; ənd] [ðɪs] [kɔː(r)] ([ɔː(r)] [ðiːz] [kɔːrz]) [ɪz][ðə; ðiː] [sɔːs] [ɒv; əv][ðə; ðiː]['aɪən] ['mɪtɪərˌaɪt] ['seɪlɪŋ]

and	this	core	(	or	these	cores	)	is	the	source	of	the	iron	meteorites	sailing
和	这	核	(	或者	这些	核心	)	是	这	来源	的	这	铁	陨石	帆船

[ə'raʊnd] [ɪn] [speɪs] .

around	in	space	.
大约	在	空间	.

而这个地核（或这些地核）就是在太空中漂浮的铁陨石的来源。

[ə; eɪ] [lɑːdʒ] ['miːtiəraɪt] [hɪt][ðə; ðiː] [ɜːθ] [nɒt] [tuː] [lɒŋ] [ə'gəʊ] ([ˌdʒiːə'lɒdʒɪkli] ['spiːkɪŋ]) [ænd; ənd]

A	large	meteorite	hit	the	earth	not	too	long	ago	(	geologically	speaking	)	and
一个	大的	陨石	打	这	地球	不是	也	长的	前	(	地质学	请讲	)	和

[kɔːzd] [ðə; ðiː]['miːtiə(r)]['kreɪtə(r)][nɪə(r)] ['kænjən] [diː'ɑːbloʊ][ɪn][ˌærɪ'zəʊnə] . -

caused	the	Meteor	Crater	near	Canyon	Diablo	in	Arizona	.	30
导致	这	流星	火山口	靠近	峡谷	暗黑破坏神	在	亚利桑那	.	-

从地质学角度来说，一颗巨大的陨石撞击地球的时间并不久远，并在亚利桑那州迪亚布罗峡谷附近形成了陨石坑。30

[ɪg'zæmɪnɪŋ] ['əʊʃ(ə)n] - ['bɒtəm] ['sedəmənt] [əb'teɪnd] [baɪ] ['ləʊərɪŋ] [ə; eɪ][tjuːb] - [laɪk] ['ɪnstrəmənt] [ðæt]

Examining	ocean	-	bottom	sediments	obtained	by	lowering	a	tube	-	like	instrument	that
检查	海洋	-	底部	沉积物	获得	经过	降低	一个	管子	-	喜欢	乐器	那

[brɪŋz] [ʌp][ə; eɪ] [lɒŋ] [rɒd] - [ʃeɪpt] “ [kɔː(r)] ” ,

brings	up	a	long	rod	-	shaped	“	core	”	,
带来	向上	一个	长的	杆	-	形状	“	核	”	,

通过下放管状仪器获取海底沉积物，该仪器会带出一根长棒状的“岩芯”。

['praɪə(r)][tuː; tə]['njuːkliə(r)][eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ðə; ðiː]['sɑːmp(ə)l] .

prior	to	nuclear	age	determination	of	the	sample	.
事先的	到	核	年龄	决心	的	这	样本	.

在对样本进行核年龄测定之前。

['meni] ['frægmənts][ɒv; əv][ðə; ðiː] ['miːtiəraɪt] ['aɪən][hæv; həv] [biːn] [faʊnd] [ə'raʊnd][ðə; ðiː]['kreɪtə(r)] ,

Many	fragments	of	the	meteorite	iron	have	been	found	around	the	crater	,
许多	片段	的	这	陨石	铁	有	到过	成立	大约	这	火山口	,

在陨石坑周围发现了许多陨石铁碎片。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['riːznəbl] [tuː; tə] [ə'sjuːm] [ðæt] [ðɪs] [ɪz][ðə; ðiː][kaɪnd][ɒv; əv]['aɪən][wiː; wi] [wʊd]

and	it	is	reasonable	to	assume	that	this	is	the	kind	of	iron	we	would
和	它	是	合理的	到	认为	那	这	是	这	种类	的	铁	我们	会

[ɪk'spekt][tuː; tə][faɪnd][ɪn][ðə; ðiː][kɔː(r)][ɒv; əv][ðə; ðiː] [ɜːθ] .

expect	to	find	in	the	core	of	the	earth	.
预计	到	寻找	在	这	核	的	这	地球	.

可以合理推断，这就是我们在地核中会发现的那种铁。

[laɪk] [ðə; ðiː][kɔː(r)]['aɪən] , [ˌaɪ 'tiː][ɪz] [mɪkst] [wɪð] [ə; eɪ]['lɪt(ə)l] [liːd] ,

Like	the	core	iron	,	it	is	mixed	with	a	little	lead	,
喜欢	这	核	铁	,	它	是	混合	和	一个	小的	带领	,

就像铁芯一样，它也混入了少量铅。

[wɪtʃ] [kæn; kən][biː; bi]['aɪsəleɪtɪd][ænd; ənd] ['ænlˌaɪz] [ɪn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] [fɔː(r); fə(r)][ɪts]

which	can	be	isolated	and	analyzed	in	a	mass	spectrometer	for	its
哪个	能	是	孤立	和	分析	在	一个	大量的	光谱仪	为了	它是

[ˌaɪsə'tɒpɪk][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] .

isotopic	composition	.
同位素	作品	.

可将其分离出来，并在质谱仪中分析其同位素组成。

[ðɪs] [liːd] [ɪz] [faʊnd] [tuː; tə][biː; bi] [mʌtʃ] [les] [kən'tæməneɪtɪd] [wɪð] [ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [liːd] ,
This lead is found to be much less contaminated with radiogenic lead ,
这 带领 是 成立 到 是 很多 较少的 污染 和 放射成因 带领 ,

经检测，这种铅受到的放射性铅污染要少得多。

[ænd; ənd] [hens] [ɪz] [mʌtʃ] [mɔː(r)] ['prɪmətɪv] [ðæn; ðən][ðə; ði]['əʊldɪst] [liːdz] [faʊnd] [ɒn] [ɜːθ] .
and hence is much more primitive than the oldest leads found on earth .
和 因此 是 很多 更多的 原始 比 这 最老 线索 成立 在 地球 .

因此，它比地球上发现的最古老的铅还要原始得多。

[ðʌs] ,
Thus ,
因此 ,

因此，

['mitɪərˌaɪt] [prɪ'zjuːməbli] [ɑː(r); ə(r)][æz; əz][kləʊz][æz; əz][wiː; wi][kæn; kən][get][tuː; tə] [truː] [praɪ'mɔːdiəl]
meteorites presumably are as close as we can get to true primordial
陨石 想必 是 作为 关闭 作为 我们 能 得到 到 真的 原始的
[liːd] — [ðə; ði] [liːd] [ɒv; əv][ðə; ði][taɪm] [wen] [ðə; ði] [ɜːθ] ([ænd; ənd][ðə; ði][ˌprəʊtəʊ'plænɪt]) [fɜːst]
lead — the lead of the time when the earth (and the protoplanet) first
带领 — 这 带领 的 这 时间 什么时候 这 地球 (和 这 原行星) 第一的
[fɔːmd] .
formed .
形成 .

陨石大概是我们所能找到的最接近真正原始铅的物质——也就是地球（和原行星）最初形成时的铅。

[wʌns] [ðiːz] ['meʒəm(ə)nts] [wɜː(r); wə(r)][ə'veɪləb(ə)l] ,
Once these measurements were available ,
一次 这些 测量 是 可用的 ,

一旦这些测量数据可用，

[ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz] ['iːzi] [tuː; tə] [raɪt] [ðə; ði] - [ɪ'kweɪʒ(ə)n][fɔː(r); fə(r)]['prez(ə)nt] - [deɪ] [ænd; ənd]
it was easy to write the Houtermans equation for present - day and
它 曾是 简单的 到 写 这 - 方程 为了 展示 - 天 和
[praɪ'mɔːdiəl] [liːdz] [ɪn] [ðɪs] [weɪ] :
primordial leads in this way :
原始的 线索 在 这 方式 :

这样很容易就能写出适用于现代和原始导线的 Houtermans 方程：

^{206}Pb
$\mathbf{^{206}Pb}$
^{206}Pb

^{206}Pb

^{204}Pb
$\mathbf{^{204}Pb}$
^{204}Pb

^{204}Pb

) ['prez(ə)nt] - (
) present - (
) 展示 - (

) 展示 - （

^{206}Pb
$\mathbf{^{206}Pb}$
^{206}Pb

^{206}Pb

^{204}Pb
$\mathbf{^{204}Pb}$
^{204}Pb

^{204}Pb

) [praɪˈmɔːdiəl]
) **primordial**
) 原始的

原始的

^{207}Pb
^{207}Pb
^{207}Pb

^{207}Pb

^{204}Pb
^{204}Pb
^{204}Pb

^{204}Pb

) ['prez(ə)nt] - (
) **present** **-** **(**
) 展示 - (

） 展示 - （

^{207}Pb
^{207}Pb
^{207}Pb

^{207}Pb

^{204}Pb
^{204}Pb
^{204}Pb

^{204}Pb

) primordial= - . ['sɛvən]
) **primordial=** **137** **.** **7**
) primordial= - . 7

原始值= 137.7

(eλ238t - [wʌn])
(**eλ238t** **-** **1** **)**
(eλ238t - 1)

（eλ238t - 1）

(eλ235t - [wʌn]) -
(**eλ235t** **-** **1** **)** **31**
(eλ235t - 1) -

(eλ235t - 1)31

[ðə; ði]['prez(ə)nt]['reɪʃiəʊ][ɒv; əv] ^{238}U [tuː; tə] ^{235}U [ɪz] - . ['sɛvən] .
The **present** **ratio** **of** **^{238}U** **to** **^{235}U** **is** **137** **.** **7** **.**
这 展示 比率 的 ^{238}U 到 ^{235}U 是 - . 7 .

$2^{38}U$ 与 $2^{35}U$ 的当前比率为 137.7。

[iː] = [ðə; ði] [beɪs] [ɒv; əv]['nætʃ(ə)rəl] ['lɔgəriθmz]
e **=** **the** **base** **of** **natural** **logarithms**
e = 这 根据 的 自然的 对数

e = 自然对数的底

- = [ðə; ði] [dɪˈkeɪ] ['kɒnstənt] [ɒv; əv] [iːtʃ] ['aɪsətəʊp][ɒv; əv][juˈreɪniəm]
λ **=** **the** **DECAY** **CONSTANT** **of** **each** **isotope** **of** **uranium**
- = 这 衰变 持续的 的 每个 同位素 的 铀

λ = 铀各同位素的衰变常数

[tiː] = [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] .
t **=** **the** **age** **of** **the** **earth** **.**
t = 这 年龄 的 这 地球 .

= 地球的年龄。

['sʌbstɪtjuːtɪŋ] [ðə; ði] [best] [ɪkˌsperɪ'ment(ə)l] [liːd] ['aɪsətəʊp] ['reiʃiəuz] ['ɪntuː] [ðə; ði] [ɪ'kweɪʒ(ə)n] [ænd; ənd]

Substituting	**the**	**best**	**experimental**	**lead**	**isotope**	**ratios**	**into**	**the**	**equation**	**and**
替换	这	最好的	实验	带领	同位素	比率	进入	这	方程	和

['sɒlvɪŋ] [fɔː(r); fə(r)] [tiː] ,

solving	**for**	**t**	**,**
解决	为了	t	,

将最佳实验铅同位素比值代入方程并求解 t，

['pætərsən] [wɒz; wəz] ['eɪb(ə)l] [tuː; tə] ['kælkjuleɪt] [ðæt] [ðə; ði] [ɜːθ] [ɪz] - ['mɪljən] [j'iəz] ([fɔːr] . -

Patterson	**was**	**able**	**to**	**calculate**	**that**	**the**	**earth**	**is**	**4550**	**million**	**years**	**(**	**4**	**.**	**55**
帕特森	曾是	有能力的	到	计算	那	这	地球	是	-	百万	年	(	4	.	-

['iːən]) [əʊld] .

aeons	**)**	**old**	**.**
亿万年	)	老的	.

帕特森计算出地球的年龄为 45.5 亿年（4.55 个纪元）。

['sʌbsɪkwənt] [kˌælkjʊl'eɪʃənz] [beɪst] [ɒn] ['ʌðə(r)] [prə'siːdʒəz] ['dʒen(ə)rəli] [hæv; həv] [kən'fɜːmd] [ðæt] [rɪ'zʌlt] .

Subsequent	**calculations**	**based**	**on**	**other**	**procedures**	**generally**	**have**	**confirmed**	**that**	**result**	**.**
随后的	计算	基于	在	其他	程序	一般来说	有	确认的	那	结果	.

后续基于其他程序进行的计算通常也证实了这一结果。

[ˌænə'lɪtɪk(ə)l] [tek'niːks]

Analytical	**Techniques**
分析	技术

分析技术

[iːtʃ] ['meθəd] [ɒv; əv] ['njuːkliə(r)] [eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] [ɪn'vɒlvz] [ə; eɪ] ['dɪfrənt] ['siːkwəns] [ɒv; əv]

Each	**method**	**of**	**nuclear**	**age**	**determination**	**involves**	**a**	**different**	**sequence**	**of**
每个	方法	的	核	年龄	决心	涉及	一个	不同的	顺序	的

['sɑːmp(ə)l] [ˌprepə'reɪʃ(ə)n] .

sample	**preparation**	**.**
样本	准备	.

每种核年龄测定方法都涉及不同的样品制备步骤。

[wʊd] , [piːt] , ['tʃɑːkəʊl] , [bəʊnz] ,

Wood	**,**	**peat**	**,**	**charcoal**	**,**	**bones**	**,**
木头	,	泥炭	,	木炭	,	骨头	,

木头、泥炭、木炭、骨头

[ɔː(r)] [ʃelz] [ɑː(r); ə(r)] [kliːnd] [fɔː(r); fə(r)] ['kɑːbən] - - ['deɪtɪŋ] [ɪn] ['ɔːdə(r)] [tuː; tə] [rɪ'muːv] ['evri] [treɪs]

or	**shells**	**are**	**cleaned**	**for**	**carbon**	**-**	**14**	**dating**	**in**	**order**	**to**	**remove**	**every**	**trace**
或者	贝壳	是	已清洗	为了	碳	-	-	约会	在	命令	到	消除	每一个	痕迹

[ɒv; əv] ['pɒsəb(ə)l] [kənˌtæmɪ'neɪʃ(ə)n] [baɪ] ['mɒd(ə)n] ['kɑːbən] [æz; əz] [wel] [æz; əz] [ɪk'streɪnɪəs] [əʊld] ['kɑːbən] .

of	**possible**	**contamination**	**by**	**modern**	**carbon**	**as**	**well**	**as**	**extraneous**	**old**	**carbon**	**.**
的	可能的	污染	经过	现代的	碳	作为	出色地	作为	无关的	老的	碳	.

或者，对贝壳进行清洗，以便进行碳-14测年，从而去除现代碳和外来古老碳可能造成的任何污染痕迹。

[rɒks] [ɑː(r); ə(r)] [krʌʃt] [ænd; ənd] [graʊnd] , ['mɪnərəlz] [ɑː(r); ə(r)] ['sepəreɪtɪd] [ə'kɔːdɪŋ] [tuː; tə] [wɒt] [ɪz]

Rocks	**are**	**crushed**	**and**	**ground**	**,**	**minerals**	**are**	**separated**	**according**	**to**	**what**	**is**
岩石	是	碎	和	地面	,	矿物	是	分开	根据	到	什么	是

['niːdɪd] [ɪn] ['eni] [pə'tɪkjələ(r)] ['stʌdi] ,

needed	**in**	**any**	**particular**	**study**	**,**
需要	在	任何	特别的	学习	,

岩石被破碎研磨，矿物根据特定研究的需要进行分离。

[ænd; ənd] [ðə; ði] [dɪ'zaɪəd] ['elɪmənts] [ɑː(r); ə(r)] [ɪk'stræktɪd] [ænd; ənd] ['sepəreɪtɪd] [baɪ] ['kemɪk(ə)l] [prə'siːdʒəz]

and	**the**	**desired**	**elements**	**are**	**extracted**	**and**	**separated**	**by**	**chemical**	**procedures**
和	这	想要的	元素	是	提取	和	分开	经过	化学	程序

.

:

.

通过化学方法提取和分离所需元素。

['ɒf(ə)n] [ðeə(r)] [meɪ] [biː; bi] ['sevrəl] ['dɪfrənt] [weɪz] [ɒv; əv] ['duːɪŋ] [ðə; ði] [seɪm] [θɪŋ] ; ['dɪfrənt]

Often	there	may	be	several	different	ways	of	doing	the	same	thing	;	different
经常	那里	可能	是	一些	不同的	方式	的	正在做	这	相同的	事物	;	不同的

['læbrətɔːriz] [juːz] ['dɪfrənt] [prə'siːdʒəz] .

laboratories	use	different	procedures	.
实验室	使用	不同的	程序	.

做同一件事往往有几种不同的方法；不同的实验室使用不同的操作流程。

[ɪn] ['evri] [keɪs] , [haʊ'evə(r)] ,

In	every	case	,	however	,
在	每一个	案件	,	然而	,

然而，在任何情况下，

[lɒŋ] [ænd; ənd] ['kɒmplɪkeɪtɪd] [prə'siːdʒəz] [mʌst; məst][biː; bi] ['fɒləʊd] [bɪ'fɔː(r)] [rɪ'zʌlts] [ɑː(r); ə(r)]

long	and	complicated	procedures	must	be	followed	before	results	are
长的	和	复杂的	程序	必须	是	随后	前	结果	是

[əb'teɪnd] [frɒm; frəm] [wɪtʃ] [æn; ən][eɪdʒ][kæn; kən][biː; bi]['kælkjuleɪtɪd] .

obtained	from	which	an	age	can	be	calculated	.
获得	从	哪个	一个	年龄	能	是	计算	.

必须经过漫长而复杂的程序才能获得可以计算年龄的结果。

[ðeə(r)] [ɪz][nəʊ] [sʌtʃ] [θɪŋ] [æz; əz][ə; eɪ] [blæk] [bɒks]['ɪntuː] [wɪtʃ] [juː; jʊ][kæn; kən] [θrəʊ] [ə; eɪ] [rɒk]

There	is	no	such	thing	as	a	black	box	into	which	you	can	throw	a	rock
那里	是	不	这样的	事物	作为	一个	黑色的	盒子	进入	哪个	你	能	扔	一个	岩石

[ænd; ənd] [riːd] [ɪts][eɪdʒ][ɒn][ə; eɪ]['daɪəl] !

and	read	its	age	on	a	dial	!
和	读	它是	年龄	在	一个	拨号	!

根本不存在那种可以往里面扔块石头就能从表盘上读出它年龄的黑盒子！

[ɒv; əv][ɔːl][ðə; ði] ['elɪmənts] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)] [pɑːt] [ɒv; əv][ðə; ði]['juːsf(ə)l]['peərənt] - ['dɔːtə(r)] ['sɪstəmz] ,

Of	all	the	elements	that	are	part	of	the	useful	parent	-	daughter	systems	,
的	全部	这	元素	那	是	部分	的	这	有用	父母	-	女儿	系统	,

在所有构成有效父子系统的要素中，

['əʊnli] [pə'tæsiəm] [ɪz] ['kɒmən] [ɪ'nʌf] [tuː; tə][biː; bi] ['ænlˌaɪz] [baɪ] [kən'venʃən(ə)l] ['kemɪk(ə)l]

only	potassium	is	common	enough	to	be	analyzed	by	conventional	chemical
仅有的	钾	是	常见的	足够的	到	是	分析	经过	传统的	化学

[tek'niːks] .

techniques	.
技术	.

只有钾元素含量足够高，可以用常规化学方法进行分析。

[ɔːl][ðə; ði]['ʌðə(r)] ['elɪmənts] , [ɪ'speʃəli] [ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk][wʌnz] ,

All	the	other	elements	,	especially	the	radiogenic	ones	,
全部	这	其他	元素	,	尤其	这	放射成因	一个	,

所有其他元素，特别是放射性元素，

[ɑː(r); ə(r)]['prez(ə)nt][ɪn] [sʌtʃ] [smɔːl] [k'wɒntɪtɪz] [ðæt] ['speʃ(ə)l] ['prəʊsesɪz] [hæd; həd][tuː; tə][biː; bi]

are	present	in	such	small	quantities	that	special	processes	had	to	be
是	展示	在	这样的	小的	数量	那	特别的	流程	有	到	是

[dɪ'veləpt] [tuː; tə] ['meʒə(r)] [ðem; ðəm] .

developed	to	measure	them	.
发达	到	措施	他们	.

它们含量极少，因此必须开发特殊方法才能测量它们。

[ðə; ði][məʊst]['væljuəb(ə)l][ænd; ənd]['dʒen(ə)rəli] [juːst] ['prəʊses][ɪz] [kɔːld] ['aɪsətəʊp][daɪ'luːʃn; daɪ'ljuːʃn] .

The	most	valuable	and	generally	used	process	is	called	ISOTOPE	DILUTION	.
这	最多	有价值的	和	一般来说	用过的	过程	是	称为	同位素	稀释	.

最有价值且应用最广泛的方法称为同位素稀释法。

['aɪsətəʊp][daɪ'luːʃn; daɪ'ljuːʃn]

Isotope	**Dilution**
同位素	稀释

同位素稀释

[ðɪs] [ɪz][ə; eɪ]['prəʊses][fɔː(r); fə(r)]['ænəlaɪzɪŋ][æn; ən] [ˌʌn'nəʊn] [mə'tɪəriəl][baɪ] [ɪn'kɔːpəreɪtɪŋ] ['juːnɪfɔːmli]

This	**is**	**a**	**process**	**for**	**analyzing**	**an**	**unknown**	**material**	**by**	**incorporating**	**uniformly**
这	是	一个	过程	为了	分析	一个	未知	材料	经过	合并	均匀地

['ɪntuː][ˌaɪ 'tiː][ə; eɪ][smɔːl] [ə'maʊnt][ɒv; əv][ə; eɪ][ˌreɪdiəʊ'æktɪv][test] ['sʌbstəns] [ænd; ənd] [dɪ'tɜːmɪnɪŋ] [haʊ]

into	**it**	**a**	**small**	**amount**	**of**	**a**	**radioactive**	**test**	**substance**	**and**	**determining**	**how**
进入	它	一个	小的	数量	的	一个	放射性	测试	物质	和	确定	如何

[mʌtʃ] [ðə; ði]['treɪsə(r)][ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti][ɪz] ['ɔːltəd] [baɪ][daɪ'luːʃn; daɪ'ljuːʃn][ɪn][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l][mə'tɪəriəl] .

much	**the**	**tracer**	**radioactivity**	**is**	**altered**	**by**	**dilution**	**in**	**the**	**original**	**material**	**.**
很多	这	示踪剂	放射性	是	已修改	经过	稀释	在	这	原来的	材料	.

-

32

-

这是一种分析未知物质的方法，即将少量放射性测试物质均匀地掺入其中，并测定示踪剂放射性在原始物质中因稀释而发生的变化程度。32

[ˌaɪ 'tiː] [wɜːks] [laɪk] [ðɪs] : [lets] [seɪ] [ðæt][wiː; wi][hæv; həv][æn; ən] [ˌʌn'nəʊn] ['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['ætəmz] ,

It	**works**	**like**	**this**	**:**	**Let's**	**say**	**that**	**we**	**have**	**an**	**unknown**	**number**	**of**	**atoms**	**,**
它	作品	喜欢	这	:	我们来吧	说	那	我们	有	一个	未知	数字	的	原子	,

它的工作原理是这样的：假设我们有数量未知的原子，

[eks] , [ɒv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n] ['elɪmənt] .

x	**,**	**of**	**a**	**given**	**element**	**.**
x	,	的	一个	给定	元素	.

x，给定元素。

[ðə; ði]['nɔːm(ə)l][ˌaɪsə'tɒpɪk][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n][ɒv; əv] [ðɪs] ['elɪmənt] [ɪz] ['ækjərətli] [nəʊn] , [æz; əz][ˌaɪ 'tiː][ɪz]

The	**normal**	**isotopic**	**composition**	**of**	**this**	**element**	**is**	**accurately**	**known**	**,**	**as**	**it**	**is**
这	普通的	同位素	作品	的	这	元素	是	准确	已知	,	作为	它	是

[fɔː(r); fə(r)][məʊst] ['elɪmənts] ,

for	**most**	**elements**	**,**
为了	最多	元素	,

与大多数元素一样，这种元素的正常同位素组成是精确已知的。

[ænd; ənd][ðə; ði]['reɪʃiəʊ][ɒv; əv] [tuː] [ɒv; əv][ɪts]['aɪsəˌəʊps][kæn; kən][biː; bi] [ɪk'sprest] [æz; əz][ə; eɪ] / [biː] .

and	**the**	**ratio**	**of**	**two**	**of**	**its**	**isotopes**	**can**	**be**	**expressed**	**as**	**A**	**/**	**B**	**.**
和	这	比率	的	二	的	它是	同位素	能	是	表达	作为	一个	/	B	.

其两种同位素的比值可以表示为 A/B。

[wiː; wi] [naʊ] [ˌeɪ diː 'diː][tuː; tə][eks][ə; eɪ] [nəʊn] ([bʌt; bət]['juːʒuəli; 'juːʒəli][smɔːlə(r)]) [ə'maʊnt] , [siː] , [ɒv; əv]

We	**now**	**add**	**to**	**x**	**a**	**known**	**(**	**but**	**usually**	**smaller**	**)**	**amount**	**,**	**c**	**,**	**of**
我们	现在	添加	到	x	一个	已知	(	但	通常	较小的	)	数量	,	c	,	的

[ðə; ði] [seɪm] ['elɪmənt] .

the	**same**	**element**	**.**
这	相同的	元素	.

现在，我们向 x 中加入已知量（但通常较小）的同种元素 c。

[ðɪs] ['kwɒntəti][hæz; həz][ə; eɪ]['dræstɪkli; 'drɑːstɪkli] ['dɪfrənt] [ˌaɪsə'tɒpɪk]['reɪʃiəʊ] , [ə; eɪ] ′ / [biː] ′ . [wiː; wi]

This	**quantity**	**has**	**a**	**drastically**	**different**	**isotopic**	**ratio**	**,**	**A**	**′**	**/**	**B**	**′**	**.**	**We**
这	数量	有	一个	急剧地	不同的	同位素	比率	,	一个	′	/	B	′	.	我们

[mɪks][eks][ænd; ənd][siː] ['θʌrəli] [tə'geðə(r)] .

mix	**x**	**and**	**c**	**thoroughly**	**together**	**.**
混合	x	和	c	彻底	一起	.

该物质的同位素比值 A′/B′ 与之前截然不同。我们将 x 和 c 充分混合。

[ðə; ði]['reɪʃiəʊ][ə; eɪ] ′ / [biː] ′ [kæn; kən][hæv; həv]['ɔːlməʊst]['eni]['væljuː] ,

The	ratio	A	′	/	B	′	can	have	almost	any	value	,
这	比率	一个	′	/	B	′	能	有	几乎	任何	价值	,

比值 A′/B′ 可以取几乎任何值，

[bʌt; bət][mʌst; məst][biː; bi] ['dɪfrənt] [frɒm; frəm][ə; eɪ] / [biː][ænd; ənd][wiː; wi][mʌst; məst] [nəʊ] [ɪg'zæktli]

but	must	be	different	from	A	/	B	and	we	must	know	exactly
但	必须	是	不同的	从	一个	/	B	和	我们	必须	知道	确切地

[wɒt] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] .

what	it	is	.
什么	它	是	.

但它必须与 A/B 测试不同，而且我们必须确切地知道它是什么。

([ðeə(r)][ɑː(r); ə(r)] ['meni] [weɪz] [ɒv; əv] [dɪ'tɜːmɪnɪŋ] [ðɪs] ['kemɪkli] ,

(	There	are	many	ways	of	determining	this	chemically	,
(	那里	是	许多	方式	的	确定	这	化学	,

（有很多化学方法可以测定这一点，）

[ɔː(r)][wiː; wi][kæn; kən][juːz][ə; eɪ]['sɑːmp(ə)l]['aɪsətəʊp][ɒv; əv] [nəʊn] [ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] [əb'teɪnd] [frɒm; frəm]

or	we	can	use	a	sample	isotope	of	known	composition	obtained	from
或者	我们	能	使用	一个	样本	同位素	的	已知	作品	获得	从

[ðə; ði][juː] . [es] . [ə'tɒmɪk] ['enədʒi] [kə'mɪʃənz] [əʊk] [rɪdʒ] ['næʃ(ə)nəl] [lə'bɒrətri] [æt; ət] [əʊk] [rɪdʒ] ,

the	U	.	S	.	Atomic	Energy	Commission's	Oak	Ridge	National	Laboratory	at	Oak	Ridge	,
这	U	.	S	.	原子	活力	委员会的	橡木	岭	国家的	实验室	在	橡木	岭	,

或者我们可以使用从美国原子能委员会橡树岭国家实验室获得的已知成分的同位素样品。

[ˌtenə'siː] .)

Tennessee	.	)
田纳西州	.	)

田纳西州。）

[ðə; ði] ['sʌbstəns] ['ædɪd] [ɪz] [nəʊn] [kə'ləʊkwiəli] [æz; əz][ðə; ði] [spaɪk] .

The	substance	added	is	known	colloquially	as	the	SPIKE	.
这	物质	额外	是	已知	口语	作为	这	长钉	.

添加的物质俗称"SPIKE"。

['ɑːftə(r)][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l][mə'tɪəriəl][ænd; ənd][ðə; ði][spaɪk][ɑː(r); ə(r)] ['θʌrəli] [mɪkst] [wiː; wi][hæv; həv]

After	the	original	material	and	the	spike	are	thoroughly	mixed	we	have
后	这	原来的	材料	和	这	长钉	是	彻底	混合	我们	有

:
:
:

将原料和尖锐物充分混合后，我们得到：

[eks] ([ə; eɪ] / [biː]) + [siː] ([ə; eɪ] ′ / [biː] ′)

x	(	A	/	B	)	+	c	(	A	′	/	B	′	)
x	(	一个	/	B	)	+	c	(	一个	′	/	B	′	)

x(A/B) + c(A′/B′)

[næn]

nan
楠

nan

[ɪn] [wɪtʃ] [ə; eɪ] - / [biː] - [wɪl] [biː; bi][ðə; ði]['reɪʃiəʊ][ɒv; əv][ðə; ði] [tuː] ['aɪsəˌəʊps][ɪn][ðə; ði]['mɪkstʃə(r)] .

in	which	A	'	/	B	'	will	be	the	ratio	of	the	two	isotopes	in	the	mixture	.
在	哪个	一个	-	/	B	-	将要	是	这	比率	的	这	二	同位素	在	这	混合物	.

其中 A″/B″ 为混合物中两种同位素的比例。

[wɪð] [ðɪs] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [ɪn][hænd] ,

With	this	information	in	hand	,
和	这	信息	在	手	,

掌握了这些信息后，

[wi:; wi][kæn; kən] [pə'fɔ:m] ['eni] ['kemɪk(ə)l] [ˌpjʊərɪfɪ'keɪʃ(ə)n][ɔ:(r)][træns'fɜ:(r)]['prəʊses] [wɪð] [ðə; ði][mə'tɪəriəl]
we 我们 **can** 能 **perform** 履行 **any** 任何 **chemical** 化学 **purification** 纯化 **or** 或者 **transfer** 转移 **process** 过程 **with** 和 **the** 这 **material** 材料
([si:] ['fəʊtəʊ][ɒn][peɪdʒ] -) ,
(see photo on page 22) ,
(看 照片 在 页 -) ,

我们可以对该材料进行任何化学提纯或转移过程（见第22页照片），

[wɪ'ðaʊt] ['hævɪŋ] [tu:; tə] ['wʌri] [ə'baʊt] [lɒs] .
without 没有 **having** 拥有 **to** 到 **worry** 担心 **about** 关于 **loss** 损失 **.** .

无需担心损失。

(['i:v(ə)n] [ɪf] - % [ɒv; əv][ðə; ði][mə'tɪəriəl][ʃʊd; ʃəd][bi:; bi] [lɒst] [ɪn][sʌm; səm][ˌɒpə'reɪʃ(ə)n] ,
(Even if 90 % of the material should be lost in some operation ,
(甚至 如果 - % 的 这 材料 应该 是 丢失的 在 一些 手术 ,

（即使在某些操作中损失了90%的材料，

[ðə; ði][ˌaɪsə'tɒpɪk][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] [wʊd] [nɒt][bi:; bi] [tʃeɪndʒd] , [ænd; ənd] [ðæt] [ɪz][ɔ:l][wi:; wi][ɑ:(r); ə(r)]
the 这 **isotopic** 同位素 **composition** 作品 **would** 会 **not** 不是 **be** 是 **changed** 已更改 **,** , **and** 和 **that** 那 **is** 是 **all** 全部 **we** 我们 **are** 是
['ɪntrəstɪd] [ɪn] .)
interested 感兴趣的 **in** 在 **.)** .)

同位素组成不会改变，而这正是我们所关心的。）

[naʊ] [wi:; wi][kæn; kən] [pleɪs] [ðə; ði][mə'tɪəriəl] [kən'teɪnɪŋ] [ðə; ði][ˌaɪsə'tɒpɪk]['mɪkstʃə(r)][ɪn][ə; eɪ] [mæs]
Now 现在 **we** 我们 **can** 能 **place** 地方 **the** 这 **material** 材料 **containing** 包含 **the** 这 **isotopic** 同位素 **mixture** 混合物 **in** 在 **a** 一个 **MASS** 大量的
[spek'trɒmɪtə(r)] ,
SPECTROMETER 光谱仪 **,** ,

现在我们可以将含有同位素混合物的物质放入质谱仪中，

[wɪtʃ] [wɪl] [dɪ'tɜ:mɪn] [ðə; ði]['reɪʃiəʊ][ə; eɪ] - / [bi:] - . [wen] [wi:; wi][hæv; həv] [ðæt] ,
which 哪个 **will** 将要 **determine** 决定 **the** 这 **ratio** 比率 **A** 一个 **'** - **/** / **B** B **'** - **.** . **When** 什么时候 **we** 我们 **have** 有 **that** 那 **,** ,

这将确定 A″/B″ 的比值。有了这个比值，

[wi:; wi] [meɪ] ['sʌbstɪtju:t] [ðə; ði]['vælju:][ɒv; əv][ə; eɪ] - / [bi:] - [ɪn][ðə; ði][ɪ'kweɪʒ(ə)n][ænd; ənd] ['kwɪkli]
we 我们 **may** 可能 **substitute** 代替 **the** 这 **value** 价值 **of** 的 **A** 一个 **'** - **/** / **B** B **'** - **in** 在 **the** 这 **equation** 方程 **and** 和 **quickly** 迅速地
['kælkjuleɪt][eks] ,
calculate 计算 **x** x **,** ,

我们可以将 A″/B″ 的值代入方程，快速计算 x，

[ðə; ði] [ˌʌn'nəʊn] [ˌkɒns(ə)n'treɪʃ(ə)n][ɒv; əv]['ætəmz][ɪn][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l]['sɑ:mp(ə)l] .
the 这 **unknown** 未知 **concentration** 专注 **of** 的 **atoms** 原子 **in** 在 **the** 这 **original** 原来的 **sample** 样本 **.** .

原始样品中原子的浓度未知。

[ə; eɪ] [lɑ:dʒ] (- - [ɪntʃ]) [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] ([æt; ət] [left]) [ɪn][ju:z] .
A 一个 **large** 大的 **(12 - inch)** (- - 英寸) **mass** 大量的 **spectrometer** 光谱仪 **(at left)** (在 左边) **in** 在 **use** 使用 **.** .

一台大型（12英寸）质谱仪（左图）正在使用中。

[ɪˌlek'trɒnɪk] [ɪ'kwɪpmənt] ([raɪt]) [tʃɑ:ts] [rɪ'zʌlts] ([si:] [peɪdʒ] -) . -
Electronic 电子的 **equipment** 设备 **(right)** (正确的) **charts** 图表 **results** 结果 **(see page 21)** (看 页 -) **. 33** . -

电子设备（右图）图表结果（见第21页）。33

[ɪ'senʃ(ə)l] [pɑːts] [ɒv; əv][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] .

Essential	parts	of	a	mass	spectrometer	.
基本的	部分	的	一个	大量的	光谱仪	.

质谱仪的主要组成部分。

['ætəmz][tuː; tə][biː; bi] ['ænlˌaɪz] [ɑː(r); ə(r)] [tʃeɪndʒd] [tuː; tə]['aɪənz][ɪn][ðə; ði] [sɔːs] .

Atoms	to	be	analyzed	are	changed	to	ions	in	the	source	.
原子	到	是	分析	是	已更改	到	离子	在	这	来源	.

待分析的原子在离子源中转化为离子。

[ðen] [ðə; ði]['aɪənz][ɑː(r); ə(r)] [ək'seləreɪtɪd] [baɪ] [haɪ] ['vəʊltɪdʒ] , [dɪ'flektɪd] [ɪn][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld]

Then	the	ions	are	accelerated	by	high	voltage	,	deflected	in	a	magnetic	field
然后	这	离子	是	加速	经过	高的	电压	,	偏转	在	一个	磁的	场地

[ə'kɔːdɪŋ] [tuː; tə][ðeə(r)] [mæs] ,

according	to	their	mass	,
根据	到	他们的	大量的	,

然后，离子在高电压下加速，并根据其质量在磁场中偏转。

[ænd; ənd][ðə; ði] [ɪn'tensəti] [ɒv; əv][ðə; ði] ['sepəreɪtɪd] [biːmz] [ɪz] ['meʒəd] [ɪn][ðə; ði][kə'lektə(r)] .

and	the	intensity	of	the	separated	beams	is	measured	in	the	collector	.
和	这	强度	的	这	分开	光束	是	测量	在	这	集电极	.

在收集器中测量分离光束的强度。

[mæs] [spek'trɒmɪtri]

Mass	Spectrometry
大量的	光谱分析

质谱分析

[ðə; ði] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] ['meʒəz] [ˌaɪsə'tɒpɪk] [əˈbʌndəns] ['juːzɪŋ][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld] [tuː; tə] [sɔːt]

The	mass	spectrometer	measures	isotopic	abundances	using	a	magnetic	field	to	sort
这	大量的	光谱仪	措施	同位素	丰度	使用	一个	磁的	场地	到	种类

[ɪ'lektrɪkli] [tʃɑːdʒd] ['pɑːtɪk(ə)lz]['ɪntuː] [gruːps] [ə'kɔːdɪŋ] [tuː; tə][ðeə(r)] ['mæsɪz] .

electrically	charged	particles	into	groups	according	to	their	masses	.
电气	带电	颗粒	进入	团体	根据	到	他们的	群众	.

质谱仪利用磁场将带电粒子按质量分类，从而测量同位素丰度。

[ˌaɪ 'tiː] [wɜːks] [ðɪs] [wei] :

It	works	this	way	:
它	作品	这	方式	:

它的运作方式如下：

[ə; eɪ] [smɔːl] [drɒp][ɒv; əv][mə'tɪəriəl][tuː; tə][biː; bi] ['ænlˌaɪz] [ɪz] [pleɪst] [ɒn][ə; eɪ]['met(ə)l] ['fɪləmənt] [ænd; ənd]

A	small	drop	of	material	to	be	analyzed	is	placed	on	a	metal	filament	and
一个	小的	降低	的	材料	到	是	分析	是	放置	在	一个	金属	灯丝	和

[draɪd] .

dried	.
干燥	.

将一小滴待分析的物质滴在金属丝上并干燥。

[ðə; ði] ['fɪləmənt] , [ɪn][ɪts]['həʊldə(r)] , [ɪz] [pleɪst] [ˌɪn'saɪd][ðə; ði] [mæs] [spek'trɒmɪtə(r)] , [ænd; ənd] ['hiːtɪd]

The	filament	,	in	its	holder	,	is	placed	inside	the	mass	spectrometer	,	and	heated
这	灯丝	,	在	它是	持有者	,	是	放置	里面	这	大量的	光谱仪	,	和	加热

[ɪ'lektrɪkli] [ɪn][ə; eɪ]['vækjuːm] ,

electrically	in	a	vacuum	,
电气	在	一个	真空	,

灯丝连同其支架一起放置在质谱仪内部，并在真空中进行电加热。

[laɪk][ðə; ði] ['fɪləmənt] [ɪn][ə; eɪ] [lait] [bʌlb] .

like	the	filament	in	a	light	bulb	.
喜欢	这	灯丝	在	一个	光	电灯泡	.

就像灯泡里的灯丝一样。

[æz; əz][ðə; ði]['waɪə(r)] [bɪ'gɪnz] [tuː; tə] [gləʊ] , [sʌm; səm][ɒv; əv][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l] [bɪ'gɪnz] [tuː; tə]['reɪdieɪt] ,

As	the	wire	begins	to	glow	,	some	of	the	sample	begins	to	radiate	,
作为	这	金属丝	开始	到	辉光	,	一些	的	这	样本	开始	到	辐射	,

当导线开始发光时，部分样品也开始辐射。

[ɔː(r)] “ [bɔɪl] [ɒf] ” , ['luːzɪŋ] [æn; ən] [ɪ'lektrɒn] [ɔː(r)] [tuː] [ɪn][ðə; ði]['prəʊses] .

or	“	boil	off	”	,	losing	an	electron	or	two	in	the	process	.
或者	“	熬	离开	”	,	输	一个	电子	或者	二	在	这	过程	.

或者"蒸发"，在此过程中失去一两个电子。

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] , [sʌm; səm][ɒv; əv][ðə; ði]['ætəmz] [wɪl] [biː; bi] [tʃeɪndʒd] ['ɪntuː] ['pɒzətɪv] ['aɪənz] .

In	other	words	,	some	of	the	atoms	will	be	changed	into	positive	IONS	.
在	其他	字	,	一些	的	这	原子	将要	是	已更改	进入	积极的	离子	.

换句话说，一些原子会变成正离子。

[æn; ən] [ɔːl'tɜːnətɪv] ['meθəd] [ɪz][tuː; tə][ˌɪntrə'djuːs][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l][mə'tɪəriəl]['ɪntuː][ðə; ði]['vækjuːm]

An	alternative	method	is	to	introduce	the	sample	material	into	the	vacuum
一个	选择	方法	是	到	介绍	这	样本	材料	进入	这	真空

['tʃeɪmbə(r)][ɪn][ðə; ði] [fɔːm] [ɒv; əv][ə; eɪ][gæs] ([laɪk] ['ɑːgɒn] ,

chamber	in	the	form	of	a	gas	(	like	argon	,
房间	在	这	形式	的	一个	气体	(	喜欢	氩气	,

另一种方法是将样品材料以气体（如氩气）的形式引入真空室，

[fɔː(r); fə(r)][ɪg'zɑːmp(ə)l]) , [ænd; ənd] [ðen] [bɒm'bɑːd] [ðə; ði][gæs] [wɪð] electrons34

for	example	)	,	and	then	bombard	the	gas	with	electrons34
为了	例子	)	,	和	然后	轰击	这	气体	和	electrons34

例如)，然后用电子轰击气体34

['striːmɪŋ] [frɒm; frəm][ə; eɪ][hɒt] ['fɪləmənt] .

streaming	from	a	hot	filament	.
流媒体	从	一个	热的	灯丝	.

从炽热的灯丝中喷出液体。

[ðə; ði] [ɪ'lektrɒn] [striːm] [wɪl] [nɒk] [sʌm; səm] [ɪ'lektrɑːnz] [ɒf] [ðə; ði][gæs] ['mɒlɪkjuːlz] [ænd; ənd] [ðɪs]

The	electron	stream	will	knock	some	electrons	off	the	gas	molecules	and	this
这	电子	溪流	将要	敲	一些	电子	离开	这	气体	分子	和	这

['ɔːlsəʊ] [wɪl] [prə'djuːs] ['pɒzətɪv] ['aɪənz] .

also	will	produce	positive	ions	.
还	将要	生产	积极的	离子	.

电子流会使一些电子从气体分子中脱离，这也会产生正离子。

['aɪðə(r)]['prəʊses][ɒv; əv]['aɪən] [prə'dʌkʃ(ə)n] [ɪz][ˌsætɪs'fæktəri] , [dɪ'pendɪŋ] [ɒn][ðə; ði]['prɒbləm][tuː; tə][biː; bi]

Either	process	of	ion	production	is	satisfactory	,	depending	on	the	problem	to	be
任何一个	过程	的	离子	生产	是	令人满意的	,	取决于	在	这	问题	到	是

['tæk(ə)ld] ,

tackled	,
已解决	,

根据要解决的问题，两种离子生成方法均可满足要求。

[bʌt; bət][ðə; ði] [mæs] [spɛktɹ'ɒmɪtəz] [fɔː(r); fə(r)][ðə; ði] [tuː] ['meθədz] [ɑː(r); ə(r)]['nætʃ(ə)rəli][kwaɪt]

but	the	mass	spectrometers	for	the	two	methods	are	naturally	quite
但	这	大量的	光谱仪	为了	这	二	方法	是	自然	相当

['dɪfrənt] .

different	.
不同的	.

但这两种方法所使用的质谱仪自然截然不同。

[wɪtʃ'evə(r)] [wei] [ðə; ði]['aɪənz][wɜ:(r); wə(r)] [prə'dju:st] , [ðeɪ] [ɑ:(r); ə(r)][nekst][ɪk'spəʊzd][tu:; tə][ə; eɪ]

Whichever	way	the	ions	were	produced	,	they	are	next	exposed	to	a
任何	方式	这	离子	是	生产	,	他们	是	下一个	裸露	到	一个

[strɒŋ] [ɪ'lektrɪk] [fi:ld] ,

strong	electric	field	,
强的	电的	场地	,

无论离子是通过何种方式产生的，接下来它们都会暴露在强电场中。

[ək'seləreɪtɪd] , [ænd; ənd] [ɪˌlɛktroʊ'stætɪkli] ['fəʊkəst] ['ɪntu:][ə; eɪ] [bi:m] .

accelerated	,	and	electrostatically	focused	into	a	beam	.
加速	,	和	静电	专注	进入	一个	光束	.

加速后，通过静电聚焦成光束。

[ði:z] [tʃɑ:dʒd] ['pɑ:tɪk(ə)lz][ɑ:(r); ə(r)][daɪ'rɛktɪd]['ɪntu:][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fi:ld] [bɪ'twi:n] [ðə; ði][pəʊl]['feɪsɪz]

These	charged	particles	are	directed	into	a	magnetic	field	between	the	pole	faces
这些	带电	颗粒	是	指导	进入	一个	磁的	场地	之间	这	极	面孔

[ɒv; əv][æn; ən][ɪ'lektrəʊmægnət] .

of	an	electromagnet	.
的	一个	电磁铁	.

这些带电粒子被引导到电磁铁磁极之间的磁场中。

[ðə; ði]['mægnət] [dʌz] [ðə; ði] ['ænəlaɪzɪŋ] [baɪ][ðə; ði]['prɪnsəp(ə)l][ɒv; əv][mæg'netɪk] [dɪ'flekʃn] [ðæt] [wɒz; wəz]

The	magnet	does	the	analyzing	by	the	principle	of	magnetic	deflection	that	was
这	磁铁	做	这	分析	经过	这	原则	的	磁的	偏转	那	曾是

[nəʊn] [tu:; tə]['ɑ:ndrei; ɔŋ'drei]['æmpeə(r)][ænd; ənd]['maɪk(ə)l] ['færədei] [mɔ:(r)][ðæn; ðən][ə; eɪ] ['sentʃəri]

known	to	André	Ampere	and	Michael	Faraday	more	than	a	century
已知	到	安德烈	安培	和	迈克尔	法拉第	更多的	比	一个	世纪

[ə'gəʊ] .

ago	.
前	.

磁铁利用磁偏转原理进行分析，这个原理早在一百多年前就被安德烈·安培和迈克尔·法拉第所了解。

['eni] ['mu:vɪŋ] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑ:dʒ] [hæz; həz][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fi:ld] [ə'səʊsieɪtɪd; ə'səʊʃieɪtɪd] [wɪð] [ˌaɪ 'ti:] .

Any	moving	electric	charge	has	a	magnetic	field	associated	with	it	.
任何	移动	电的	收费	有	一个	磁的	场地	联系	和	它	.

任何运动的电荷都具有与之相关的磁场。

[ðɪs] [fi:ld] [ˌɪntər'ækts] [wɪð] [ðə; ði] [fi:ld] [ɒv; əv][ðə; ði] ['ænəlaɪzɪŋ] ['mægnət][tu:; tə] [ɪm'pres] [ə; eɪ]

This	field	interacts	with	the	field	of	the	analyzing	magnet	to	impress	a
这	场地	互动	和	这	场地	的	这	分析	磁铁	到	令人印象深刻	一个

[dɪ'flektɪŋ] [fɔ:s] [ɒn][ðə; ði] [tʃɑ:dʒ] .

deflecting	force	on	the	charge	.
偏转	力量	在	这	收费	.

该磁场与分析磁铁的磁场相互作用，对电荷施加偏转力。

[ðə; ði] [fɔ:s] [ækts][æt; ət] [raɪt] ['æŋglz] [tu:; tə][ðə; ði][də'rekʃ(ə)n][ðə; ði] [tʃɑ:dʒ] ['trævlz] [ænd; ənd]['ɔ:lsəʊ]

The	force	acts	at	right	angles	to	the	direction	the	charge	travels	and	also
这	力量	行为	在	正确的	角度	到	这	方向	这	收费	旅行	和	还

[æt; ət] [raɪt] ['æŋglz] [tu:; tə][ðə; ði][də'rekʃ(ə)n][ɒv; əv][ðə; ði] [ɪm'prest] [mæg'netɪk] [fi:ld] .

at	right	angles	to	the	direction	of	the	impressed	magnetic	field	.
在	正确的	角度	到	这	方向	的	这	印象深刻	磁的	场地	.

该力与电荷运动方向垂直，也与所施加磁场的方向垂直。

[ðə; ði] [pʊl] [ɒv; əv] [ðɪs] [fɔ:s] [dɪ'pendz] ['əʊnli][ɒn][ðə; ði] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑ:dʒ] [ænd; ənd][ðə; ði] [spi:d] [ɒv; əv]

The	pull	of	this	force	depends	only	on	the	electric	charge	and	the	speed	of
这	拉	的	这	力量	取决于	仅有的	在	这	电的	收费	和	这	速度	的

[i:tʃ] ['pɑ:tɪk(ə)l] :

each	particle	:
每个	粒子	:

这种力的大小仅取决于每个粒子的电荷量和速度：

[ə; eɪ] [lait] ['sɪŋg(ə)l] - [tʃɑːdʒd] ['pɑːtɪk(ə)l] [wɪl] [biː; bi] [dɪ'flektɪd] [mɔː(r)][ðæn; ðən][ə; eɪ] ['hevɪə] ['pɑːtɪk(ə)l]

A	light	single	-	charged	particle	will	be	deflected	more	than	a	heavier	particle
一个	光	单身的	-	带电	粒子	将要	是	偏转	更多的	比	一个	较重	粒子

[wɪð] [ðə; ði] [seɪm] [tʃɑːdʒ] .

with	the	same	charge	.
和	这	相同的	收费	.

带相同电荷的较轻单电荷粒子比带相同电荷的较重粒子偏转得更厉害。

[ɪn] [ðɪs] [wei] , [ðə; ði]['aɪənz][ɪn][ðə; ði] [biːm] [ɑː(r); ə(r)] ['sɔːtɪd] [aʊt]['ɪntuː][ə; eɪ]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['seprət]

In	this	way	,	the	ions	in	the	beam	are	sorted	out	into	a	number	of	separate
在	这	方式	,	这	离子	在	这	光束	是	已排序	出去	进入	一个	数字	的	分离

[biːmz] ,

beams	,
光束	,

这样，束中的离子就被分成了许多独立的束。

[iːtʃ] [meɪd] [ʌp][ɒv; əv]['pɑːtɪk(ə)lz][ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [tʃɑːdʒ] / [mæs] ['reɪʃiəʊ] .

each	made	up	of	particles	of	the	same	charge	/	mass	ratio	.
每个	制成	向上	的	颗粒	的	这	相同的	收费	/	大量的	比率	.

每个粒子都由具有相同电荷/质量比的粒子组成。

[iːtʃ] [biːm] [kən'teɪnz] [wʌn]['aɪsətəʊp][ɒv; əv][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l][mə'tɪəriəl] ,

Each	beam	contains	one	isotope	of	the	original	material	,
每个	光束	包含	一	同位素	的	这	原来的	材料	,

每束光束都包含原始材料的一种同位素，

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz]['aɪsəˌtəʊps]['dɪfə(r)][ɒn][ðə; ði]['beɪsɪs][ɒv; əv][ðeə(r)] [mæs] .

because	isotopes	differ	on	the	basis	of	their	mass	.
因为	同位素	不同	在	这	基础	的	他们的	大量的	.

因为同位素的质量不同。

[baɪ] [ə'dʒʌstɪŋ] [ðə; ði] ['kʌrənt] [ɪn][ðə; ði][ɪ'lektrəʊmægnət][wiː; wi][kæn; kən][də'rekt] [ðiːz] ['seprət] [biːmz]

By	adjusting	the	current	in	the	electromagnet	we	can	direct	these	separate	beams
经过	调整	这	当前的	在	这	电磁铁	我们	能	直接的	这些	分离	光束

['ɪntuː][ə; eɪ] “ [kə'lektə(r)] ” [ænd; ənd] [ɪ'lektrɪkli] ['meʒə(r)] [ðeə(r)] [ɪn'tensəti] [wʌn][baɪ][wʌn] .

into	a	“	collector	”	and	electrically	measure	their	intensity	one	by	one	.
进入	一个	“	集电极	”	和	电气	措施	他们的	强度	一	经过	一	.

通过调节电磁铁中的电流，我们可以将这些单独的光束引导到“收集器”中，并逐一测量它们的强度。

[ðɪs] [gɪvz] [ðə; ði] ['relətɪv] [ə'bʌndəns] [ɒv; əv][ðə; ði] ['seprət] ['aɪsəˌtəʊps][ɪn][ðə; ði]['sɑːmp(ə)l] .

This	gives	the	relative	abundance	of	the	separate	isotopes	in	the	sample	.
这	给予	这	相对的	丰富	的	这	分离	同位素	在	这	样本	.

这可以得出样品中各个同位素的相对丰度。

['mɪnərəlz] [ðæt] [kæn; kən][biː; bi]['deɪtɪd]

Minerals	That	Can	Be	Dated
矿物	那	能	是	日期

可以进行年代测定的矿物

['meʒərɪŋ] [eɪdʒ][baɪ][wʌn][ɒv; əv][ðə; ði] [lɒŋ] - [lɪvd; 'laɪvd][ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][rɪ'kwaɪəz][ə; eɪ][kləʊzd]

Measuring	age	by	one	of	the	long	-	lived	radioisotopes	requires	a	closed
测量	年龄	经过	一	的	这	长的	-	居住地	放射性同位素	需要	一个	关闭

['sɪstəm] .

system	.
系统	.

利用长寿命放射性同位素测量年龄需要一个封闭系统。

['juːʒuəli; 'juːʒəli] [ðɪs] [ɪz][sʌm; səm][kaɪnd][ɒv; əv]['krɪst(ə)l] [fɔːmd] [ɪn][ə; eɪ]['pɪəriəd][ɒv; əv][taɪm] [ðæt] [ɪz]

Usually	this	is	some	kind	of	crystal	formed	in	a	period	of	time	that	is
通常	这	是	一些	种类	的	水晶	形成	在	一个	时期	的	时间	那	是

[ʃɔːt] ,

short	,
短的	,

通常这是在短时间内形成的某种晶体。

[kəm'peəd] [tuː; tə][ðə; ðɪ][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns] , [ænd; ənd] [ðæt] [hæz; həz] [rɪ'meɪnd]

compared	to	the	time	that	has	elapsed	since	,	and	that	has	remained
比较的	到	这	时间	那	有	过去	自从	,	和	那	有	剩余

[ʌn'tʃeɪndʒd] [sɪns] [ˌaɪ 'tiː] [fɔːmd] .

unchanged	since	it	formed	.
未更改	自从	它	形成	.

与此后经过的时间相比，它已经发生了变化，而且自形成以来一直保持不变。

[spə'sɪfɪkli] ,

Specifically	,
具体来说	,

具体来说，

['naɪðə(r)][ðə; ðɪ]['peərənt]['aɪsəˌəʊps][kæn; kən][hæv; həv] [biːn] ['ædɪd] [nɔː(r)][ðə; ðɪ] ['dɔːtə(r)] ['aɪsəˌəʊps]

neither	the	parent	isotopes	can	have	been	added	nor	the	daughter	isotopes
两者都不	这	父母	同位素	能	有	到过	额外	也不	这	女儿	同位素

[rɪ'muːvd] [baɪ] ['eni] ['prəʊses]['ʌðə(r)][ðæn; ðən][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] . -

removed	by	any	process	other	than	radioactive	decay	.	35
已移除	经过	任何	过程	其他	比	放射性	衰变	.	-

母同位素不可能通过放射性衰变以外的任何过程添加，子同位素也不可能通过任何其他过程移除。35

[ðə; ðɪ] [ɜːθ] [ɪz][ə; eɪ][daɪ'næmɪk] ['sɪstəm] , [haʊ'evə(r)] .

The	earth	is	a	dynamic	system	,	however	.
这	地球	是	一个	动态的	系统	,	然而	.

然而，地球是一个动态系统。

[θɪŋz] [ɑː(r); ə(r)]['ɔːlweɪz] ['tʃeɪndʒɪŋ] [ænd; ənd] ['muːvɪŋ] — [nɒt] ['veri] ['ræpɪdli] , [pə'hæps] , [bʌt; bət][fɑːst]

Things	are	always	changing	and	moving	—	not	very	rapidly	,	perhaps	,	but	fast
事物	是	总是	变化	和	移动	—	不是	非常	快速	,	也许	,	但	快速地

[ɪ'nʌf] , [ɪn][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][taɪm] ,

enough	,	in	geologic	time	,
足够的	,	在	地质	时间	,

万物总是在变化和发展——或许变化得并不快，但从地质时间尺度来看，速度已经足够快了。

[tuː; tə] [reɪz] ['maʊntənz] [ænd; ənd] [ʃɪft] ['əʊʃnz] .

to	raise	mountains	and	shift	oceans	.
到	增加	山脉	和	转移	海洋	.

移山填海。

[sə'lʊʃən] [ɑː(r); ə(r)] ['muːvɪŋ] [ə'raʊnd] , [dɪ'zɑːlvɪŋ] ['sʌmθɪŋ] [hɪə(r)][ænd; ənd] [dɪ'pɑːzɪtɪŋ] [ˌaɪ 'tiː] [ə'gen]

Solutions	are	moving	around	,	dissolving	something	here	and	depositing	it	again
解决方案	是	移动	大约	,	溶解	某物	这里	和	存款	它	再次

['sʌmweə(r)] [els] .

somewhere	else	.
某处	别的	.

溶液在四处流动，溶解这里的物质，然后又将其沉积到其他地方。

['temprətʃər] [ɑː(r); ə(r)] ['tʃeɪndʒɪŋ] [æz; əz][wʌn] [pleɪs] [ɪz][dɪ'njuːdɪd][baɪ][ɪ'rəʊʒ(ə)n][ænd; ənd][ə'nʌðə(r)]

Temperatures	are	changing	as	one	place	is	denuded	by	erosion	and	another
温度	是	变化	作为	一	地方	是	赤裸裸的	经过	侵蚀	和	其他

['eəriə] ['berid] ['ʌndə(r)] ['leɪəz] [ɒv; əv] ['sedɪmənt] .

area	buried	under	layers	of	sediment	.
区域	埋葬	在下面	层	的	沉淀	.

随着地表侵蚀导致部分地区植被消失，而另一些地区则被厚厚的沉积物掩埋，气温也在发生变化。

['ʌndə(r)] [sʌtʃ] [kən'dɪʃ(ə)nz] , [fjuː] ['sɪstəmz] [rɪ'meɪn] [kləʊzd] .

Under	**such**	**conditions**	**,**	**few**	**systems**	**remain**	**closed**	**.**
在下面	这样的	状况	,	很少	系统	保持	关闭	.

在这种情况下，很少有系统会保持关闭状态。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [pə'hæps] [sə'praɪzɪŋ] [ðæt] [wiː; wi][faɪnd] ['eni] [kləʊzd] ['sɪstəmz] [æt; ət][ɔːl] .

It	**is**	**perhaps**	**surprising**	**that**	**we**	**find**	**any**	**closed**	**systems**	**at**	**all**	**.**
它	是	也许	奇怪	那	我们	寻找	任何	关闭	系统	在	全部	.

或许令人惊讶的是，我们竟然能发现任何封闭系统。

[let] [ˌjuː 'es] [lʊk] [æt; ət][ə; eɪ] [fjuː] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)] [nəʊn] [tuː; tə][biː; bi][rɪ'laɪəb(ə)l] .

Let	**us**	**look**	**at**	**a**	**few**	**that**	**are**	**known**	**to**	**be**	**reliable**	**.**
让	我们	看	在	一个	很少	那	是	已知	到	是	可靠的	.

让我们来看几个公认的可靠例子。

([ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)] ['lɪstɪd] [ɪn]['teɪb(ə)l][aɪ][ɒn][peɪdʒ][fɔːr] .)

(	**They**	**are**	**listed**	**in**	**Table**	**I**	**on**	**page**	**4**	**.**	**)**
(	他们	是	列出	在	桌子	我	在	页	4	.	)

（详见第4页表I。）

['pɒtæʃ] ['feldspɑː(r)]

Potash	**Feldspar**
钾肥	长石

钾长石

[ɪn][ðə; ði] ['ɜːli] 1950s ,

In	**the**	**early**	**1950s**	**,**
在	这	早期的	1950s	,

20世纪50年代初，

[wen] [ðə; ði] [pə'tæsiəm] - ['ɑːgɒn] (['peərənt] - ['dɔːtə(r)]) ['meθəd] [wɒz; wəz] ['biːɪŋ] [dɪ'veləpt] [baɪ]

when	**the**	**potassium**	**-**	**argon**	**(**	**parent**	**-**	**daughter**	**)**	**method**	**was**	**being**	**developed**	**by**
什么时候	这	钾	-	氩气	(	父母	-	女儿	)	方法	曾是	存在	发达	经过

['saɪəntɪsts] [æt; ət][ðə; ði][ˌjuːnɪ'vɜːsəti][ɒv; əv][ʃɪ'kɑːgəʊ] ,

scientists	**at**	**the**	**University**	**of**	**Chicago**	**,**
科学家	在	这	大学	的	芝加哥	,

当芝加哥大学的科学家们正在开发钾氩（母体-子体）法时，

[ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz] [θɔːt] [ðæt] [ðə; ði] ['pɒtæʃ] - ['beərɪŋ] [və'raɪəti][ɒv; əv][ðə; ði]['mɪnərəl]['feldspɑː(r)] [wʊd]

it	**was**	**thought**	**that**	**the**	**potash**	**-**	**bearing**	**variety**	**of**	**the**	**mineral**	**feldspar**	**would**
它	曾是	想法	那	这	钾肥	-	轴承	种类	的	这	矿物	长石	会

[biː; bi][æn; ən][aɪ'diːəl] [kləʊzd] ['sɪstəm] ,

be	**an**	**ideal**	**closed**	**system**	**,**
是	一个	理想的	关闭	系统	,

人们认为含钾长石是一种理想的封闭系统，

[bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz]['juːʒuəli; 'juːʒəli] ['ɒptɪkli] [klɪə(r)][ænd; ənd] [friː] [ɒv; əv] [flɔːz] .

because	**it**	**was**	**usually**	**optically**	**clear**	**and**	**free**	**of**	**flaws**	**.**
因为	它	曾是	通常	光学	清除	和	自由的	的	缺陷	.

因为它通常在光学上是透明的，没有任何瑕疵。

[ðɪs] ['waɪdli] [ʃeəd] , ['lɒdʒɪk(ə)l] , [ænd; ənd] ['pɜːfɪktli] [ˌsaɪən'tɪfɪk] [dɪ'dʌkʃn] [suːn] [tɜːnd] [aʊt][tuː; tə]

This	**widely**	**shared**	**,**	**logical**	**,**	**and**	**perfectly**	**scientific**	**deduction**	**soon**	**turned**	**out**	**to**
这	广泛	共享	,	逻辑	,	和	完美	科学	扣除	很快	转向	出去	到

[biː; bi][kwaɪt] [rɒŋ] .

be	**quite**	**wrong**	**.**
是	相当	错误的	.

这种广为流传、合乎逻辑且完全科学的推论很快就被证明是完全错误的。

[ðə; ði][ˌsaɪən'tɪfɪk] ['wɜːkəz] [dɪ'skʌvəd] [ðæt] [wen] ['feldspɑː(r)][ænd; ənd]['maɪkə][frɒm; frəm][ðə; ði] [seɪm]

The	scientific	workers	discovered	that	when	feldspar	and	mica	from	the	same
这	科学	工人	发现	那	什么时候	长石	和	云母	从	这	相同的

[rɒk] ([ænd; ənd] [ðʌs] [ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ]) [wɜː(r); wə(r)] ['ænlˌaɪz] [saɪd][baɪ][saɪd] ,

rock	(	and	thus	of	the	same	age	)	were	analyzed	side	by	side	,
岩石	(	和	因此	的	这	相同的	年龄	)	是	分析	边	经过	边	,

科研人员发现，当对来自同一块岩石（因此年龄也相同）的长石和云母进行并排分析时，

[ðə; ði]['maɪkə]['ɔːlweɪz] [keɪm] [aʊt]['əʊldə] !

the	mica	always	came	out	older	!
这	云母	总是	来了	出去	老	!

云母总是看起来比实际年份老！

[ɪnˌvestɪ'geɪʃ(ə)n] [ʃəʊd] [ðæt] ['feldspɑː(r)] “ [liːkt] ” ['ɑːgɒn] ([lɒst] [sʌm; səm][ɒv; əv][ɪts][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk]

Investigation	showed	that	feldspar	“	leaked	”	argon	(	lost	some	of	its	radiogenic
调查	显示	那	长石	“	泄露	”	氩气	(	丢失的	一些	的	它是	放射成因

['ɑːgɒn]) ['iːv(ə)n][æt; ət] [ruːm] ['temprətʃə(r)] ,

argon	)	even	at	room	temperature	,
氩气	)	甚至	在	房间	温度	,

调查显示，即使在室温下，长石也会"泄漏"氩气（损失部分放射性氩气）。

[bʌt; bət][ðə; ði]['maɪkə] [rɪ'teɪnd] [ɔːl][ɔː(r)] ['nɪəli] [ɔːl][ɒv; əv][ðə; ði]['ɑːgɒn] [ðæt] [hæd; həd] [biːn]

but	the	mica	retained	all	or	nearly	all	of	the	argon	that	had	been
但	这	云母	保留	全部	或者	几乎	全部	的	这	氩气	那	有	到过

['dʒenəˌreɪtɪd][ɪn][ˌaɪ 'tiː] .

generated	in	it	.
生成的	在	它	.

但是云母保留了其中产生的所有或几乎全部的氩气。

['maɪkə]

Mica
云母

云母

[wɪð] [ðə; ði] [dɪ'veləpmənt] [ɒv; əv][ðə; ði][ruː'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] (['peərənt] - ['dɔːtə(r)])

With	the	development	of	the	rubidium	-	strontium	(	parent	-	daughter	)
和	这	发展	的	这	铷	-	锶	(	父母	-	女儿	)

['meθəd] [baɪ][el] . [tiː] . ['ɔːldrɪtʃ] [ænd; ənd][hɪz; ɪz][ˌsiː 'əʊ] - ['wɜːkəz] [æt; ət][ðə; ði] ['kɑːnəgi] [ˌɪnstɪ'tjuːʃ(ə)n]

method	by	L	.	T	.	Aldrich	and	his	co	-	workers	at	the	Carnegie	Institution
方法	经过	L	.	T	.	奥尔德里奇	和	他的	合作	-	工人	在	这	卡内基	机构

[ɒv; əv] ['wɒʃɪŋtən] ,

of	Washington	,
的	华盛顿	,

随着华盛顿卡内基研究所的LT Aldrich及其同事开发出铷锶（母子）法，

[keɪm] [ðə; ði][ˌriːələɪ'zeɪʃn; ˌrɪələɪ'zeɪʃn] [ðæt] ['maɪkə][wɒz; wəz]['ɔːlsəʊ] ['veri] ['juːsf(ə)l][fɔː(r); fə(r)] [ðɪs] [ə'næləsɪs] ,

came	the	realization	that	mica	was	also	very	useful	for	this	analysis	,
来了	这	实现	那	云母	曾是	还	非常	有用	为了	这	分析	,

人们逐渐意识到云母对这项分析也非常有用。

[fɔː(r); fə(r)][ˌaɪ 'tiː]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kən'teɪnz] ['æmpl] [ruː'bɪdiəm][ænd; ənd][nɒt] [mʌtʃ] [ə'rɪdʒən(ə)l]

for	it	usually	contains	ample	rubidium	and	not	much	original
为了	它	通常	包含	充足	铷	和	不是	很多	原来的

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [ðæt] [wʊd] [mɑːsk][ðə; ði] ['prez(ə)ns] [ɒv; əv][ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]

strontium	that	would	mask	the	presence	of	the	radiogenic	strontium
锶	那	会	面具	这	在场	的	这	放射成因	锶

.

:

.

因为它通常含有大量的铷，而原始锶含量不高，不会掩盖放射性锶的存在。

[æz; əz][ə; eɪ] [rɪ'zʌlt] , ['maɪkə] , [ɪ'speʃəli] [blæk] ['maɪkə] ([ðə; ði]['mɪnərəl]['baɪəˌtaɪt]) ,

As	a	result	,	mica	,	especially	black	mica	(	the	mineral	biotite	)	,
作为	一个	结果	,	云母	,	尤其	黑色的	云母	(	这	矿物	黑云母	)	,

因此，云母，尤其是黑云母（矿物黑云母），

[hæz; həz] [ɪn'dʒɔɪd] [greɪt] [ˌpɒpju'lærəti][æz; əz][ə; eɪ] [gʊd] [ænd; ənd] ['i:zi] - [tu:; tə] - [faɪnd][kləʊzd] ['sɪstəm]

has	enjoyed	great	popularity	as	a	good	and	easy	-	to	-	find	closed	system
有	享受	伟大的	人气	作为	一个	好的	和	简单的	-	到	-	寻找	关闭	系统

. -

.	36
.	-

作为一种优质且易于获取的封闭系统，它一直广受欢迎。36

[ə; eɪ]['saɪəntɪst] ['meɪkɪŋ] [ə'dʒʌstmənts] [ɒn][æn; ən] “ ['ɑ:gɒn][treɪn] ” ,

A	scientist	making	adjustments	on	an	“	argon	train	”	,
一个	科学家	制作	调整	在	一个	“	氩气	火车	”	,

一位科学家正在对“氩气列车”进行调整，

[ə; eɪ] [meɪz] [ɒv; əv] [glɑ:s] ['tju:bɪŋ][ɪn] [wɪtʃ] ['ɑ:gɒn][ɪz] [rɪ'li:st] [frɒm; frəm] ['mɪnərəlz] [ænd; ənd]['pjʊərɪfaɪd]

a	maze	of	glass	tubing	in	which	argon	is	released	from	minerals	and	purified
一个	迷宫	的	玻璃	管道	在	哪个	氩气	是	发布	从	矿物	和	纯化

[fɔ:(r); fə(r)][ə'næləsɪs] .

for	analysis	.
为了	分析	.

一个由玻璃管组成的迷宫，氩气在其中从矿物中释放出来并被提纯以进行分析。

['evriθɪŋ] [hæz; həz][ɪts]['lɪmɪts] , [ænd; ənd]['maɪkə][ɪz][nəʊ] [ɪk'sepʃ(ə)n] :

Everything	has	its	limits	,	and	mica	is	no	exception	:
一切	有	它是	限制	,	和	云母	是	不	例外	:

任何事物都有其局限性，云母也不例外：

['i:v(ə)n]['maɪkə] [tend][tu:; tə] [li:k] ['ɑ:gɒn][æt; ət] ['elɪveɪtɪd] , [bʌt; bət] [stɪl] ['relətɪvli] [ləʊ] ([ˌdʒi:ə'lɒdʒɪkli]

Even	mica	tends	to	leak	argon	at	elevated	,	but	still	relatively	low	(	geologically
甚至	云母	倾向于	到	泄露	氩气	在	升高	,	但	仍然	相对地	低的	(	地质学

['spi:kɪŋ]) , ['temprətʃər] .

speaking	)	,	temperatures	.
请讲	)	,	温度	.

即使是云母，在较高但仍然相对较低（从地质学角度来说）的温度下，也容易泄漏氩气。

[ði:z] [ɪ'fekts] ['ɔ:lsəʊ] [dɪ'pend] [ɒn] ['preʃə(r)] [ænd; ənd]['ʌðə(r)] ['fæktəz] , [nɒt] [ɔ:l][ɒv; əv] [wɪtʃ] [ɑ:(r); ə(r)]

These	effects	also	depend	on	pressure	and	other	factors	,	not	all	of	which	are
这些	效果	还	依赖	在	压力	和	其他	因素	,	不是	全部	的	哪个	是

[wel] [nəʊn] ;

well	known	;
出色地	已知	;

这些影响还取决于压力和其他因素，但并非所有这些因素都为人所知；

[ði:z] ['elɪveɪtɪd] ['temprətʃər] ,

these	elevated	temperatures	,
这些	升高	温度	,

这些高温天气，

['preʃəz] [ænd; ənd]['ʌðə(r)][kən'dɪʃ(ə)nz][ɒv; əv] [kɔ:s] [ækt][tu:; tə][sʌm; səm][ɪk'stent][ɒn][ɔ:l] [rɒks]

pressures	and	other	conditions	of	course	act	to	some	extent	on	all	rocks
压力	和	其他	状况	的	课程	行为	到	一些	程度	在	全部	岩石

['berid] [ɪn][ðə; ði] ['ɜ:rθs] [krʌst] .

buried	in	the	earth's	crust	.
埋葬	在	这	地球的	地壳	.

当然，埋藏在地壳中的所有岩石都会受到压力和其他条件的影响，而且这种作用程度不一。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [nəʊn] [ðæt] [æt; ət]['əʊnli] [ə'baʊt] 300°C [æt; ət] ['mɒdərət] ['preʃəz] ['ɑːgɒn][ɪz] [liːkt]

It	is	known	that	at	only	about	300°C	at	moderate	pressures	argon	is	leaked
它	是	已知	那	在	仅有的	关于	300°C	在	缓和	压力	氩气	是	泄露

[frɒm; frəm]['maɪkə][fɑːstə(r)][ðæn; ðən][ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['biːɪŋ] ['dʒenəˌreɪtɪd][ɪn][ˌaɪ 'tiː][baɪ][ðə; ðɪ] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv]

from	mica	faster	than	it	is	being	generated	in	it	by	the	decay	of
从	云母	快点	比	它	是	存在	生成的	在	它	经过	这	衰变	的

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [pə'tæsiəm] .

radioactive	potassium	.
放射性	钾	.

已知在约 300°C 和中等压力下，氩气从云母中泄漏的速度比放射性钾衰变在云母中产生的氩气速度更快。

[ðə; ðɪ] ['temprətʃə(r)] ['niːdɪd] [tuː; tə] [kɔːz] [ðə; ðɪ]['ræpɪd] [lɒs] [ɒv; əv]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][frɒm; frəm]

The	temperature	needed	to	cause	the	rapid	loss	of	strontium	from
这	温度	需要	到	原因	这	迅速的	损失	的	锶	从

['maɪkə][ɪz][nɒt] [mʌtʃ] ['haɪə(r)] .

mica	is	not	much	higher	.
云母	是	不是	很多	更高	.

导致云母中锶快速流失所需的温度并不会高很多。

['maɪkə] , [ɪ'speʃəli] ['baɪəˌtaɪt] ,

Mica	,	especially	biotite	,
云母	,	尤其	黑云母	,

云母，尤其是黑云母

[wɪl] [riː'krɪst(ə)laɪz] [ænd; ənd] [luːz] [ɔːl][ɪts][ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [kən'stɪtʃʊənt] (['ɑːgɒn][ænd; ənd]

will	recrystallize	and	lose	all	its	radiogenic	constituents	(	argon	and
将要	重结晶	和	失去	全部它是		放射成因	成分	(	氩气	和

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]) [æt; ət] ['temprətʃər] [weə(r)] ['meni] ['ʌðə(r)] ['mɪnərəlz] [ʃəʊ] ['lɪt(ə)l][ɔː(r)][nəʊ]

strontium	)	at	temperatures	where	many	other	minerals	show	little	or	no
锶	)	在	温度	在哪里	许多	其他	矿物	展示	小的	或者	不

[tʃeɪndʒ] .

change	.
改变	.

在许多其他矿物几乎不发生变化或完全不发生变化的温度下，它会重结晶并失去所有放射性成分（氩和锶）。

[ðæt] [miːnz] [ðæt] [wiː; wi] ['kænɒt] ['ɔːlweɪz] [rɪ'laɪ][ɒn]['maɪkə][tuː; tə] [gɪv] [ðə; ðɪ] [deɪt] [ɒv; əv][ðə; ðɪ]

That	means	that	we	cannot	always	rely	on	mica	to	give	the	date	of	the
那	方法	那	我们	不能	总是	依靠	在	云母	到	给	这	日期	的	这

[ə'rɪdʒən(ə)l][ˌkrɪstəlaɪ'zeɪʃ(ə)n][ɒv; əv][ə; eɪ] [rɒk] — [ðə; ðɪ][taɪm] [wen] [ˌaɪ 'tiː] [kuːld] [frɒm; frəm][ə; eɪ]

original	crystallization	of	a	rock	—	the	time	when	it	cooled	from	a
原来的	结晶	的	一个	岩石	—	这	时间	什么时候	它	冷却	从	一个

['məʊltən] [steɪt] .

molten	state	.
熔融的	状态	.

这意味着我们不能总是依靠云母来确定岩石最初结晶的日期——即岩石从熔融状态冷却的时间。

[ɪn'sted] , ['maɪkə] [wɪl] [tel] [juː 'es] [wen] [ðə; ðɪ] [rɒk] [lɑːst] [kuːld] [frɒm; frəm] , [seɪ] , ['sevrəl] ['hʌndrəd]

Instead	,	mica	will	tell	us	when	the	rock	last	cooled	from	,	say	,	several	hundred
反而	,	云母	将要	告诉	我们	什么时候	这	岩石	最后的	冷却	从	,	说	,	一些	百

[dɪ'griːz] ['sentɪgreɪd] ,

degrees	centigrade	,
学位	摄氏度	,

相反，云母可以告诉我们岩石上次从几百摄氏度冷却下来是什么时候。

[rɪ'gɑːdləs] [ɒv; əv] [wɒt] [meɪ] [hæv; həv] ['hæpənd] [tuː; tə][ðə; ðɪ] [rɒk] [bɪ'fɔː(r)] [ðæt] .

regardless	of	what	may	have	happened	to	the	rock	before	that	.
不管	的	什么	可能	有	发生	到	这	岩石	前	那	.

无论这块岩石之前发生了什么。

[ðə; ði]['maɪkə] [meɪ] [hæv; həv] [biːn] [riːˈhiːt] [æz; əz][ə; eɪ] [rɪˈzʌlt] [ɒv; əv] ['biːɪŋ] ['berid] ['ʌndə(r)][ə; eɪ] [fjuː]

The	mica	may	have	been	reheated	as	a	result	of	being	buried	under	a	few
这	云母	可能	有	到过	重新加热	作为	一个	结果	的	存在	埋葬	在下面	一个	很少

[maɪlz] [ɒv; əv] ['sedɪmənt] ,

miles	of	sediment	,
英里	的	沉淀	,

云母可能由于被埋在几英里厚的沉积物下而重新加热。

[fɔː(r); fə(r)][ɪgˈzɑːmp(ə)l] .

for	example	.
为了	例子	.

例如。

[ðə; ði]['maɪkə] [wɪl] [ʃəʊ] [wen] [ðə; ði] [rɒk] [lɑːst] [kuːld] — [ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] , [wen] [ˌaɪ 'tiː] [keɪm] [ʌp]

The	mica	will	show	when	the	rock	last	cooled	—	in	other	words	,	when	it	came	up
这	云母	将要	展示	什么时候	这	岩石	最后的	冷却	—	在	其他	字	,	什么时候	它	来了	向上

[əˈgen] . -

again	.	37
再次	.	-

云母会显示岩石上次冷却的时间——换句话说，就是它再次浮出水面的时间。[37]

[ləʊ] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]['feldspɑː(r)]

Low	-	Strontium	Feldspar
低的	-	锶	长石

低锶长石

[ɪn] [spaɪt] [ɒv; əv] ['ɜːli] [disəˈpɔintmənt] [wɪð] ['pɒtæʃ] ['feldspɑː(r)][fɔː(r); fə(r)]['ɑːgɒn] ['deɪtɪŋ] ,

In	spite	of	early	disappointments	with	potash	feldspar	for	argon	dating	,
在	尽管如此	的	早期的	失望	和	钾肥	长石	为了	氩气	约会	,

尽管早期使用钾长石进行氩测年法的研究令人失望，

[sʌm; səm][ɒv; əv][ˌaɪ 'tiː][ɪz]['juːsf(ə)l][fɔː(r); fə(r)][ruːˈbɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [prəˈsiːdʒəz] .

some	of	it	is	useful	for	rubidium	-	strontium	procedures	.
一些	的	它	是	有用	为了	铷	-	锶	程序	.

其中一些可用于铷锶工艺。

[ˌaɪ 'tiː][ɔːl] [dɪˈpendz] [ɒn] [haʊ] [mʌtʃ] [əˈrɪdʒən(ə)l]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][ðə; ði] ['pɒtæʃ] ['feldspɑː(r)] [kənˈteɪnz] .

It	all	depends	on	how	much	original	strontium	the	potash	feldspar	contains	.
它	全部	取决于	在	如何	很多	原来的	锶	这	钾肥	长石	包含	.

这完全取决于钾长石中原始锶的含量。

[məʊst]['feldspɑː(r)] , [ʌnˈfɔːtʃənətli] , [kənˈteɪn] [fɑː(r)] [tuː] [mʌtʃ] ,

Most	feldspars	,	unfortunately	,	contain	far	too	much	,
最多	长石	,	很遗憾	,	包含	远的	也	很多	,

遗憾的是，大多数长石都含有过多的.....

[bʌt; bət]['ræpɪd] ['skriːnɪŋ] [baɪ][eks] - [reɪ] [fləˈresns] [ɔː(r)] [fleɪm] [fəʊˈtɒmətri] ['meθədz] [kæn; kən]

but	rapid	screening	by	X	-	ray	fluorescence	or	flame	photometry	methods	can
但	迅速的	筛选	经过	X	-	射线	荧光	或者	火焰	光度测量	方法	能

[wiːd] [ðiːz] [aʊt] [ænd; ənd][aɪˈdentɪfaɪ] ['spesəmən] [ləʊ] [ɪˈnʌf] [ɪn][əˈrɪdʒən(ə)l]['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]

weed	these	out	and	identify	specimens	low	enough	in	original	strontium
杂草	这些	出去	和	确认	标本	低的	足够的	在	原来的	锶

[tuː; tə][biː; bi]['juːsf(ə)l] .

to	be	useful	.
到	是	有用	.

但是，通过 X 射线荧光或火焰光度法进行快速筛选，可以剔除这些样本，并识别出原始锶含量足够低而有用的样本。

['ʌðəwaɪz] , ['feldspɑː(r)][ɪz][æn; ən] ['eksələnt] [kləʊzd] ['sɪstəm] [fɔː(r); fə(r)][ruː'bɪdiəm][ænd; ənd]

Otherwise	**,**	**feldspar**	**is**	**an**	**excellent**	**closed**	**system**	**for**	**rubidium**	**and**
否则	,	长石	是	一个	出色的	关闭	系统	为了	铷	和

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ;

strontium	**;**
锶	;

否则，长石是铷和锶的优良封闭体系；

[ˌaɪ 'tiː] [rɪ'meɪnz] [kləʊzd] ['iːv(ə)n][æt; ət] ['temprətʃər] [haɪ] [ɪ'nʌf] [tuː; tə] [melt] ['meni] ['ʌðə(r)] ['mɪnərəlz] .

it	**remains**	**closed**	**even**	**at**	**temperatures**	**high**	**enough**	**to**	**melt**	**many**	**other**	**minerals**	**.**
它	遗迹	关闭	甚至	在	温度	高的	足够的	到	熔化	许多	其他	矿物	.

即使在足以熔化许多其他矿物的高温下，它仍然保持闭合状态。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][nɒt] [ə'fektɪd] [æt; ət][ɔːl][baɪ][ðə; ði] [seɪm] [dɪ'griː] [ɒv; əv] ['hiːtɪŋ] [ðæt] [wɪl] [draɪv] ['ɑːgɒn] [aʊt]

It	**is**	**not**	**affected**	**at**	**all**	**by**	**the**	**same**	**degree**	**of**	**heating**	**that**	**will**	**drive**	**argon**	**out**
它	是	不是	做作的	在	全部	经过	这	相同的	程度	的	加热	那	将要	驾驶	氩气	出去

[ɒv; əv]['baɪəˌtaɪt] .

of	**biotite**	**.**
的	黑云母	.

它完全不受能将黑云母中的氩气驱出的相同程度的加热的影响。

[ðə; ði][ruː'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][eɪdʒ][ɒv; əv]['feldspɑː(r)]['juːʒuəli; 'juːʒəli] ['kɒmz] [kləʊz][tuː; tə][ðə; ði]

The	**rubidium**	**-**	**strontium**	**age**	**of**	**feldspar**	**usually**	**comes**	**close**	**to**	**the**
这	铷	-	锶	年龄	的	长石	通常	来	关闭	到	这

[taɪm] [ɒv; əv][ə'rɪdʒən(ə)l][ˌkrɪstəlaɪ'zeɪʃ(ə)n][ɒv; əv][ðə; ði] [rɒk] .

time	**of**	**original**	**crystallization**	**of**	**the**	**rock**	**.**
时间	的	原来的	结晶	的	这	岩石	.

长石的铷锶年龄通常接近岩石原始结晶的时间。

['ɒbviəsli] , [hɪə(r)][ɪz][ə; eɪ] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪkli] [ɪm'pɔːt(ə)nt] [tuːl] .

Obviously	**,**	**here**	**is**	**a**	**geologically**	**important**	**tool**	**.**
明显地	,	这里	是	一个	地质学	重要的	工具	.

显然，这是一个在地质学上非常重要的工具。

[ɪf] [wiː; wi][faɪnd]['feldspɑː(r)][ænd; ənd]['baɪəˌtaɪt][ɪn][wʌn] [rɒk] , [ænd; ənd] [ɪf] ['feldspɑː(r)] ,

If	**we**	**find**	**feldspar**	**and**	**biotite**	**in**	**one**	**rock**	**,**	**and**	**if**	**feldspar**	**,**
如果	我们	寻找	长石	和	黑云母	在	一	岩石	,	和	如果	长石	,

如果在一块岩石中发现长石和黑云母，并且长石，

['testɪd] [baɪ][ðə; ði][ruː'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] ['meθəd] [gɪvz] [ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ][æz; əz]['baɪəˌtaɪt]

tested	**by**	**the**	**rubidium**	**-**	**strontium**	**method**	**gives**	**the**	**same**	**age**	**as**	**biotite**
测试	经过	这	铷	-	锶	方法	给予	这	相同的	年龄	作为	黑云母

['testɪd] [baɪ] [pə'tæsiəm] - ['ɑːgɒn] [dɪ'keɪ] ,

tested	**by**	**potassium**	**-**	**argon**	**decay**	**,**
测试	经过	钾	-	氩气	衰变	,

用铷锶法测定的年龄与用钾氩衰变法测定的黑云母年龄相同。

[ðen] [wiː; wi][kæn; kən] [seɪ] [wɪð] ['kɒnfɪdəns] [ðæt] [ðə; ði] [rɒk] [hæz; həz][nɒt] [biːn] [riː'hiːt] [sɪns]

then	**we**	**can**	**say**	**with**	**confidence**	**that**	**the**	**rock**	**has**	**not**	**been**	**reheated**	**since**
然后	我们	能	说	和	信心	那	这	岩石	有	不是	到过	重新加热	自从

['ʃɔːtli] ['ɑːftə(r)][ˌaɪ 'tiː] ['krɪstəlaɪzd] .

shortly	**after**	**it**	**crystallized**	**.**
不久	后	它	结晶	.

那么我们可以有把握地说，这块岩石自结晶后不久就没有被重新加热过。

['kɒnvɜːsli] , [ɪf] [ðə; ði]['baɪəˌtaɪt] ['kɒmz] [aʊt] [mʌtʃ] ['jʌŋgə] [ðæn; ðən][ðə; ði]['feldspɑː(r)] ,

Conversely	**,**	**if**	**the**	**biotite**	**comes**	**out**	**much**	**younger**	**than**	**the**	**feldspar**	**,**
反过来	,	如果	这	黑云母	来	出去	很多	年轻	比	这	长石	,

反之，如果黑云母的年龄比长石年轻得多，

[wiː; wi] [kæn; kən] [biː; bi] [ʃʊə(r)] [ðæt] ['sʌmθɪŋ] [hæz; həz] ['hæpənd] [tuː; tə] [ðɪs] [rɒk] [lɒŋ] ['ɑːftə(r)] [ˌaɪ 'tiː]

we	can	be	sure	that	something	has	happened	to	this	rock	long	after	it
我们	能	是	当然	那	某物	有	发生	到	这	岩石	长的	后	它

[fɜːst] ['krɪstəlaɪzd] .

first	crystallized	.
第一的	结晶	.

我们可以肯定，这块岩石在最初结晶之后很久都经历了一些变化。

[sʌtʃ] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [ɪz] [nɒt] ['əʊnli] ['væljuəb(ə)l] [tuː; tə] [pjʊə(r)] ['saɪəns] — [ˌaɪ 'tiː] [kæn; kən] ['ɔːlsəʊ] [biː; bi]

Such	information	is	not	only	valuable	to	pure	science	—	it	can	also	be
这样的	信息	是	不是	仅有的	有价值的	到	纯的	科学	—	它	能	还	是

['juːsf(ə)l] [ɪn] [ləʊ'keɪtɪŋ] ['eəriəz] ['feɪvərəb(ə)l] [fɔː(r); fə(r)] [ɔː(r)] [prə'spektɪŋ] [ænd; ənd] [ɪn] ['ʌðə(r)] ['præktɪkl] [weɪz]

useful	in	locating	areas	favorable	for	ore	prospecting	and	in	other	practical	ways
有用	在	定位	区域	有利	为了	矿石	勘探	和	在	其他	实际的	方式

.

:

.

此类信息不仅对纯科学有价值，而且在寻找适宜矿产勘探的区域以及其他实际用途方面也很有用。

['zɜːkɒn]

Zircon
锆石

锆石

[ə'nʌðə(r)] ['veri] ['ɪntrəstɪŋ] ['mɪnərəl] [ɪz] ['zɜːkɒn] ([ə; eɪ] ['sɪlɪkeɪt] [ɒv; əv] [zɜː'kəʊniəm]) ,

Another	very	interesting	mineral	is	zircon	(	a	silicate	of	zirconium	)	,
其他	非常	有趣的	矿物	是	锆石	(	一个	硅酸盐	的	锆	)	,

另一种非常有趣的矿物是锆石（锆的硅酸盐）。

[wʌn] [ɒv; əv] [ðə; ði] [ək'sesəri] ['mɪnərəlz] [faʊnd] [ɪn] [smɔːl] [k'wɒntɪtɪz] [ɪn] ['meni] ['krɪstəlaɪn] [rɒks] .

one	of	the	accessory	minerals	found	in	small	quantities	in	many	crystalline	rocks	.
一	的	这	配饰	矿物	成立	在	小的	数量	在	许多	结晶体	岩石	.

在许多结晶岩中少量存在的一种副矿物。

['zɜːkɒn] ['juːʒuəli; 'juːʒəli] [ə'kɜːz] [ɪn] ['veri] [smɔːl] [greɪnz] [ænd; ənd] [ɪz] ['hevi] [ænd; ənd] [hɑːd] ,

Zircon	usually	occurs	in	very	small	grains	and	is	heavy	and	hard	,
锆石	通常	发生	在	非常	小的	谷物	和	是	重的	和	难的	,

锆石通常以非常细小的颗粒形式存在，质地坚硬且重量较重。

[səʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː] [kæn; kən] [biː; bi] ['sepəreɪtɪd] [frɒm; frəm] [ðə; ði] ['ʌðə(r)] [rɒk] [wɪ'ðaʊt] [mʌtʃ] ['dɪfɪkəlti] ,

so	that	it	can	be	separated	from	the	other	rock	without	much	difficulty	,
所以	那	它	能	是	分开	从	这	其他	岩石	没有	很多	困难	,

这样就能比较容易地将它与其他岩石分离出来。

['iːv(ə)n] [ðəʊ] [ˌaɪ 'tiː] [meɪ] [teɪk] - [paʊndz] [ɒv; əv] [rɒk] [tuː; tə] [sə'pleɪ] [ə; eɪ] [græm] [ɒv; əv] ['zɜːkɒn] .

even	though	it	may	take	100	pounds	of	rock	to	supply	a	gram	of	zircon	.
甚至	尽管	它	可能	拿	-	磅	的	岩石	到	供应	一个	克	的	锆石	.

即使可能需要 100 磅岩石才能提供 1 克锆石。

['zɜːkɒn] ['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kən'teɪnz] [ə; eɪ] [feə(r)] [ə'maʊnt] [ɒv; əv] [juː'reɪniəm] [ænd; ənd] ['veri] ['lɪt(ə)l] [liːd] .

Zircon	usually	contains	a	fair	amount	of	uranium	and	very	little	lead	.
锆石	通常	包含	一个	公平的	数量	的	铀	和	非常	小的	带领	.

锆石通常含有相当数量的铀和极少量的铅。

[ˌaɪ 'tiː] [həʊldz] [prə'djuːst] [liːd] [wel] , ['iːv(ə)n] [æt; ət] ['relətɪvli] [haɪ] ['temprətʃər] .

It	holds	radiogenically	produced	lead	well	,	even	at	relatively	high	temperatures	.
它	持有	放射成因	生产	带领	出色地	,	甚至	在	相对地	高的	温度	.

它能很好地保存放射性产生的铅，即使在相对较高的温度下也是如此。

[bʌt; bət] [ðæt] [ɪz] [nɒt] [ɔːl] .

But	that	is	not	all	.
但	那	是	不是	全部	.

但这还不是全部。

['i:v(ə)n] [ɪf] [sʌm; səm][ɒv; əv][ðə; ði] [li:d] [ɪz] [lɒst] , [ðeə(r)][ɪz][ə; eɪ][ˌmæθə'mætɪk(ə)l] [wei] [ɒv; əv] [kə'rektɪŋ]

Even	if	some	of	the	lead	is	lost	,	there	is	a	mathematical	way	of	correcting
甚至	如果	一些	的	这	带领	是	丢失的	,	那里	是	一个	数学	方式	的	纠正

[fɔ:(r); fə(r)][ˌaɪ 'ti:] .

for	it	.
为了	它	.

即使失去了一些领先优势，也有数学方法可以进行修正。

[ðɪs] [tek'ni:k] [ɪz] [kɔ:ld] ['kɔŋkɔ:diə] ANALYSIS38

This	technique	is	called	CONCORDIA	ANALYSIS38
这	技术	是	称为	康考迪亚	ANALYSIS38

这项技术被称为康科迪亚分析38

[ænd; ənd][wɒz; wəz] [dɪ'veləpt] [baɪ][dʒi:] . ['dʌblju:] . ['wɛðərɪl] , [ə; eɪ] ['fɪzɪsɪst] [ðen] [æt; ət][ðə; ði]

and	was	developed	by	G	.	W	.	Wetherill	,	a	physicist	then	at	the
和	曾是	发达	经过	G	.	W	.	韦瑟里尔	,	一个	物理学家	然后	在	这

['kɑ:nəgi] [ˌɪnstɪ'tju:ʃ(ə)n][ɒv; əv] ['wɒʃɪŋtən] .

Carnegie	Institution	of	Washington	.
卡内基	机构	的	华盛顿	.

该技术由当时在华盛顿卡内基研究所工作的物理学家 GW Wetherill 开发。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz] [beɪst] , [ə'gen] ,

It	is	based	,	again	,
它	是	基于	,	再次	,

它再次基于.....

[ɒn][ðə; ði][fækt] [ðæt] ['nætʃ(ə)rəl][ju'reɪniəm][hæz; həz] [tu:] [lɒŋ] - [lɪvd; 'laɪvd]['aɪsətˌəʊps] — ^{238}U [ænd; ənd]

on	the	fact	that	natural	uranium	has	two	long	-	lived	isotopes	—	**^{238}U**	and
在	这	事实	那	自然的	铀	有	二	长的	-	居住地	同位素	—	^{238}U	和

^{235}U — [ænd; ənd] [ðæt] [ðə; ði] ['laɪtə(r)] [wʌn] ,

^{235}U	—	and	that	the	lighter	one	,
^{235}U	—	和	那	这	打火机	一	,

天然铀有两种长寿命同位素——^{238}U 和 ^{235}U——而且较轻的同位素，

^{235}U , [di'kei] [fɑ:stə(r)][ðæn; ðən][ðə; ði] ['hevɪə] .

^{235}U	,	decays	faster	than	the	heavier	.
^{235}U	,	衰变	快点	比	这	较重	.

^{235}U 的衰变速度比更重的放射性核素快。

[ðə; ði] ['dɔ:tə(r)] ['prɒdʌkts] [ɒv; əv][bəuθ][ju'reɪniəm] [dɪ'keɪ] ['prəʊsesɪz] [ɑ:(r); ə(r)]['aɪsətˌəʊps][ɒv; əv][ðə; ði]

The	daughter	products	of	both	uranium	decay	processes	are	isotopes	of	the
这	女儿	产品	的	两个都	铀	衰变	流程	是	同位素	的	这

[seɪm] ['elɪmənt] ,

same	element	,
相同的	元素	,

铀衰变的两种子产物都是同一元素的同位素。

[li:d] — ^{208}Pb [ænd; ənd] ^{207}Pb , [rɪ'spektɪvli] .

lead	—	**^{208}Pb**	and	**^{207}Pb**	,	respectively	.
带领	—	^{208}Pb	和	^{207}Pb	,	分别	.

铅—分别为^{208}Pb 和^{207}Pb。

['hevi] ['aɪsətˌəʊps][ɑ:(r); ə(r)][nɒt] ['sepəreɪtɪd] [tu:; tə] ['eni] [sɪg'nɪfɪkənt] [dɪ'gri:] [baɪ]['kemɪk(ə)l] ['prəʊsesɪz] ,

Heavy	isotopes	are	not	separated	to	any	significant	degree	by	chemical	processes	,
重的	同位素	是	不是	分开	到	任何	重要的	程度	经过	化学	流程	,

重同位素无法通过化学方法进行有效分离。

[səʊ] [ðæt] [ɪf] [ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [li:d] [hæz; həz] [bi:n] [lɒst] [frɒm; frəm][ə; eɪ] ['sɪstəm] [fɔ:(r); fə(r)] ['eni] ['ri:z(ə)n] ,

so	that	if	radiogenic	lead	has	been	lost	from	a	system	for	any	reason	,
所以	那	如果	放射成因	带领	有	到过	丢失的	从	一个	系统	为了	任何	原因	,

因此，如果由于任何原因导致放射性铅从系统中丢失，

[ðə; ði]['ʌðə(r)] [li:d] ['aɪsət,əʊps]['ɔ:lsəʊ] [wɪl] [hæv; həv] [bi:n] [lɒst] [ɪn] [wɒt'evə(r)] [prə'pɔ:ʃ(ə)n] [ðeɪ]

the	other	lead	isotopes	also	will	have	been	lost	in	whatever	proportion	they
这	其他	带领	同位素	还	将要	有	到过	丢失的	在	任何	部分	他们

[wɜ:(r); wə(r)]['prez(ə)nt][ə'rɪdʒənəli] .

were	present	originally	.
是	展示	起初	.

其他铅同位素也会按其原本的比例流失。

[ɪf] [wi:; wi] [plɒt] [ə; eɪ] [grɑ:f] [ɒv; əv] [ðə; ði] [ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] ^{206}Pb / ^{238}U ['reɪʃiəʊ] [ə'genst] [ðə; ði]

If	we	plot	a	graph	of	the	radiogenic	^{206}Pb	/	^{238}U	ratio	against	the
如果	我们	阴谋	一个	图形	的	这	放射成因	^{206}Pb	/	^{238}U	比率	反对	这

[ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] ^{207}Pb / ^{235}U ['reɪʃiəʊ][fɔ:(r); fə(r)] [kən'kɔ:dənt] ([kləʊzd]) ['sɪstəmz] [ɒv; əv][ɔ:l]['eɪdʒɪz] ,

radiogenic	^{207}Pb	/	^{235}U	ratio	for	concordant	(	closed	)	systems	of	all	ages	,
放射成因	^{207}Pb	/	^{235}U	比率	为了	协和	(	关闭	)	系统	的	全部	年龄	,

如果我们绘制所有年龄段的一致（封闭）系统中放射性成因 ^{206}Pb/^{238}U 比值与放射性成因 ^{207}Pb/^{235}U 比值的图表，

[wi:; wi][əb'teɪn][ðə; ði] [kɜ:vd] [laɪn] [ʃəʊn] [ɪn][ðə; ði]['fɪgə(r)] [bɪ'ləʊ] .

we	obtain	the	curved	line	shown	in	the	figure	below	.
我们	获得	这	弯曲	线	所示	在	这	数字	以下	.

我们得到如下图所示的曲线。

[ðə; ði] [kɜ:v] [ɪz][ðə; ði]['ləʊkəs][ɒv; əv][ɔ:l] [kən'kɔ:dənt] [ju:] - [ˌpi: 'bi:]['eɪdʒɪz][ænd; ənd][ɪz] [kɔ:ld] ['kɔŋkɔ:diə]

The	curve	is	the	locus	of	all	concordant	U	-	Pb	ages	and	is	called	Concordia
这	曲线	是	这	轨迹	的	全部	协和	U	-	铅	年龄	和	是	称为	康考迪亚

.

:

.

该曲线是所有一致 U-Pb 年龄的轨迹，称为协和线。

[ðen] [ɪf] [wi:; wi] [test] [tu:] [ɔ:(r)][mɔ:(r)][pə'tɪkjələ(r)] ['zɜ:kɒn] [ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] [ðæt] [hæv; həv] [lɒst]

Then	if	we	test	two	or	more	particular	zircons	of	the	same	age	that	have	lost
然后	如果	我们	测试	二	或者	更多的	特别的	锆石	的	这	相同的	年龄	那	有	丢失的

['dɪfrənt] [ə'maʊnts] [ɒv; əv] [li:d] ,

different	amounts	of	lead	,
不同的	金额	的	带领	,

然后，如果我们测试两颗或多颗年龄相同但铅含量不同的锆石，

[æt; ət][ə'baʊt][ðə; ði] [seɪm] [taɪm] ,

at	about	the	same	time	,
在	关于	这	相同的	时间	,

大约在同一时间，

[ðə; ði][plɒt][ɒv; əv][ðeə(r)] ^{206}Pb / ^{238}U ['reɪʃiəuz] [ə'genst] [ðeə(r)] ^{207}Pb / ^{235}U ['reɪʃiəuz] [wɪl] [fɔ:l][ɒn][ə; eɪ]

the	plot	of	their	^{206}Pb	/	^{238}U	ratios	against	their	^{207}Pb	/	^{235}U	ratios	will	fall	on	a
这	阴谋	的	他们的	^{206}Pb	/	^{238}U	比率	反对	他们的	^{207}Pb	/	^{235}U	比率	将要	落下	在	一个

[streɪt] [laɪn] [ðæt] [ɪz][ə; eɪ] [kɔ:d] [ɒv; əv][ðə; ði] ['kɔŋkɔ:diə] [kɜ:v] .

straight	line	that	is	a	chord	of	the	Concordia	curve	.
直的	线	那	是	一个	弦	的	这	康考迪亚	曲线	.

它们的 ^{206}Pb/^{238}U 比值与它们的 ^{207}Pb/^{235}U 比值的关系图将落在一条直线上，这条直线是康科迪亚曲线的弦。

[ðə; ði]['ʌpə(r)] [ˌɪntə'sekʃn] [ɒv; əv] [ðɪs] [kɔ:d] [wɪð] [ðə; ði] [kɜ:v] [ðen] [wɪl] [mɑ:k] [ðə; ði] [tru:] [eɪdʒ]

The	upper	intersection	of	this	chord	with	the	curve	then	will	mark	the	true	age
这	上	路口	的	这	弦	和	这	曲线	然后	将要	标记	这	真的	年龄

[ɒv; əv][ðə; ði] ['zɜ:kɒn] .

of	the	zircons	.
的	这	锆石	.

这条弦与曲线的上交点将标志着锆石的真实年龄。

[ðɪs] [ɪz][æn; ən] [ɪ'læbərət] [tek'ni:k] ['ju:tɪˌlaɪzɪŋ] ['dɪfɪkəlt] ['kemɪk(ə)l] [prə'si:dʒəz] ,

This	is	an	elaborate	technique	utilizing	difficult	chemical	procedures	,
这	是	一个	精心制作的	技术	利用	难的	化学	程序	,

这是一项运用复杂化学步骤的精密技术。

[bʌt; bət][ˌaɪ ˈtiː][hæz; həz] [pruːvd] [ɪnˈvæljuəb(ə)l][ɪn] [ˈsɒlvɪŋ] [sʌm; səm][ɪmˈpɔːt(ə)nt][ˌdʒiːəˈlɒdʒɪk][ˈprɔːbləmz] .

but	it	has	proved	invaluable	in	solving	some	important	geologic	problems	.
但	它	有	已证实	无价	在	解决	一些	重要的	地质	问题	.

但它在解决一些重要的地质问题方面已被证明是不可估量的。

[ðə; ði] [ˈkɔŋkɔːdiə] [kɜːv] [ˈɒfəz] [ə; eɪ]['juːsf(ə)l] [weɪ] [ɒv; əv] ['ænəlaɪzɪŋ] [rɪˈzʌlts] [ɒv; əv][eɪdʒ]

The	Concordia	curve	offers	a	useful	way	of	analyzing	results	of	age
这	康考迪亚	曲线	优惠	一个	有用	方式	的	分析	结果	的	年龄

[diˌtəːmiˈneiʃənz] [ɒn][ðə; ði] ['mɪnərəl] ['zɜːkɒn] . -

determinations	on	the	mineral	zircon	.	39
决定	在	这	矿物	锆石	.	-

协和曲线为分析锆石矿物年龄测定结果提供了一种有效方法。[39]

['hɔːnblend]

Hornblende
角闪石

角闪石

[ðə; ði] ['mɪnərəl] ['hɔːnblend] [prəˈvaɪdz] [əˈnʌðə(r)] ['juːsf(ə)l] ['sɪstəm] .

The	mineral	hornblende	provides	another	useful	system	.
这	矿物	角闪石	提供	其他	有用	系统	.

角闪石矿物提供了另一种有用的体系。

['hɔːnblend] [ɪz][ə; eɪ]['kɒmpleks] ['sɪlɪkeɪt] [ɒv; əv]['səʊdiəm] , ['kælsiəm] , ['aɪən] , [mæg'niːziəm] , [ænd; ənd]

Hornblende	is	a	complex	silicate	of	sodium	,	calcium	,	iron	,	magnesium	,	and
角闪石	是	一个	复杂的	硅酸盐	的	钠	,	钙	,	铁	,	镁	,	和

[əˈluːmɪnəm; əˈluːmənəm] ,

aluminum	,
铝	,

角闪石是一种由钠、钙、铁、镁和铝组成的复杂硅酸盐矿物。

[ænd; ənd]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kənˈteɪnz] [ə; eɪ] [fjuː] [tenθs] [ɒv; əv][wʌn] % [ɒv; əv] [pəˈtæsiəm] .

and	usually	contains	a	few	tenths	of	1	%	of	potassium	.
和	通常	包含	一个	很少	十分之一	的	1	%	的	钾	.

通常含有几千分之一的钾。

[ˌaɪ ˈtiː][ɪz][ʌnˈjuːʒuəl][ɪn] [ðæt] [ˌaɪ ˈtiː] [təˈneɪʃəsli] [rɪˈteɪnz] [ɪts][ˌreɪdiəʊˈdʒenɪk]['ɑːgɒn] , ['iːv(ə)n][æt; ət]

It	is	unusual	in	that	it	tenaciously	retains	its	radiogenic	argon	,	even	at
它	是	异常	在	那	它	顽强地	保留	它是	放射成因	氩气	,	甚至	在

['relətɪvli] [haɪ] ['temprətʃər] .

relatively	high	temperatures	.
相对地	高的	温度	.

它不同寻常之处在于，即使在相对较高的温度下，它也能顽强地保留其放射性氩。

['sænɪdiːn]

Sanidine
透定

桑尼丁

[stɪl] [əˈnʌðə(r)] [gʊd] ['sɪstəm] [ɪz][ðə; ði][reə(r)]['feldspɑː(r)] , ['sænɪdiːn] ,

Still	another	good	system	is	the	rare	feldspar	,	sanidine	,
仍然	其他	好的	系统	是	这	稀有的	长石	,	透定	,

还有一种很好的矿物体系是稀有的长石——透长石。

[wɪtʃ] [ɪz] ['eksələnt] [fɔː(r); fə(r)][bəuθ] [pəˈtæsiəm] - ['ɑːgɒn][ænd; ənd][ruːˈbɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]

which	is	excellent	for	both	potassium	-	argon	and	rubidium	-	strontium
哪个	是	出色的	为了	两个都	钾	-	氩气	和	铷	-	锶

[eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪˈneɪʃ(ə)n] .

age	determination	.
年龄	决心	.

这对于钾氩法和铷锶法测定年龄都非常有效。

['sænɪdi:n] ['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ɪz] [faʊnd] [ɪn][vɒl'kænɪk] [æʃ] [fɔ:ls] [ænd; ənd][hæz; həz] [bi:n] [ɪm'pɔ:t(ə)nt][ɪn][ðə; ði]
Sanidine **usually** **is** **found** **in** **volcanic** **ash** **falls** **and** **has** **been** **important** **in** **the**
透定 通常 是 成立 在 火山 灰 瀑布 和 有 到过 重要的 在 这
[ɪ'stæblɪʃmənt] [ɒv; əv][ðə; ði][ˌdʒi:ə'lɒdʒɪk][taɪm] [skeɪl] ,
establishment **of** **the** **geologic** **time** **scale** **,**
建立 的 这 地质 时间 规模 ,

透长石通常存在于火山灰降落物中，在建立地质年代尺度方面发挥了重要作用。

[æz; əz][wi:; wi][ʃæl; ʃəl] [si:] .
as **we** **shall** **see** **.**
作为 我们 将 看 .

我们将会看到的。

[həʊl] [rɒks]
Whole **Rocks**
所有的 岩石

整块石头

['faɪnəli] [ðeə(r)][ɪz] [stɪl] [ə'nʌðə(r)] [weɪ] [ɒv; əv] [əb'teɪnɪŋ] [ə; eɪ][kləʊzd] ['sɪstəm] [baɪ]['ju:zɪŋ][ðə; ði] [həʊl]
Finally **there** **is** **still** **another** **way** **of** **obtaining** **a** **closed** **system** **by** **using** **the** **whole**
最后 那里 是 仍然 其他 方式 的 获得 一个 关闭 系统 经过 使用 这 所有的
[rɒk] ,
rock **,**
岩石 ,

最后，还有另一种方法可以利用整块岩石来获得封闭系统。

[nɒt][dʒʌst][ə; eɪ]['krɪst(ə)l][ɒv; əv][ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]['mɪnərəl] [wɪ'ðɪn] [ˌaɪ 'ti:] .
not **just** **a** **crystal** **of** **a** **single** **mineral** **within** **it** **.**
不是 只是 一个 水晶 的 一个 单身的 矿物 之内 它 .

不仅仅是其中的单一矿物晶体。

[ə; eɪ] [lɑ:dʒ] ['bɒdi] [ɒv; əv] ['grænɪt] [ɔ:(r)]['sɪmələ(r)] [rɒk] [meɪ] [kən'teɪn] [ə; eɪ]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['mɪnərəlz] ,
A **large** **body** **of** **granite** **or** **similar** **rock** **may** **contain** **a** **number** **of** **minerals** **,**
一个 大的 身体 的 花岗岩 或者 相似的 岩石 可能 包含 一个 数字 的 矿物 ,

一大块花岗岩或类似岩石可能含有多种矿物，

[sʌm; səm][ɔ:(r)] [nʌn] [ɒv; əv] [wɪtʃ] [meɪ] [bi:; bi] [kləʊzd] ['sɪstəmz] .
some **or** **none** **of** **which** **may** **be** **closed** **systems** **.**
一些 或者 没有任何 的 哪个 可能 是 关闭 系统 .

其中有些可能是封闭系统，也可能都不是。

[jet] [æz; əz] [lɒŋ] [æz; əz] [ðɪs] ['bɒdi] [ɒv; əv] [rɒk] [rɪ'meɪnz] [ɪm'pɜ:miəb(ə)l] [tu:; tə] [sə'lʊʃən] ([wɪtʃ] [ɪn]
Yet **as** **long** **as** **this** **body** **of** **rock** **remains** **impermeable** **to** **solutions** **(** **which** **in**
然而 作为 长的 作为 这 身体 的 岩石 遗迹 不透水的 到 解决方案 (哪个 在
['neɪtʃə(r)] [mi:nz] ['məʊstli][tu:; tə]['wɔ:tə(r)]) ,
nature **means** **mostly** **to** **water** **)** **,**
自然 方法 大多 到 水) ,

然而，只要这块岩体仍然不透水（在自然界中主要指不透水），

[nəʊ] ['sʌbstəns] [wɪl] [bi:; bi]['eɪb(ə)l][tu:; tə] [mu:v] ['veri] [fɑ:(r)][ɪn][ˌaɪ 'ti:][bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [dɪ'fju:ʒn] [ɪn]['sɒlɪdz][ɪz]
no **substance** **will** **be** **able** **to** **move** **very** **far** **in** **it** **because** **diffusion** **in** **solids** **is**
不 物质 将要 是 有能力的 到 移动 非常 远的 在 它 因为 扩散 在 固体 是
[səʊ] [sləʊ] .
so **slow** **.**
所以 慢的 .

任何物质都无法在其中移动很远，因为固体中的扩散速度非常慢。

['kɒnsɪkwəntli] [ˌaɪ 'ti:] [wɪl] [rɪ'meɪn] [ə; eɪ] [kləʊzd] ['sɪstəm] , [æz; əz][ə; eɪ] [həʊl] ,
Consequently **it** **will** **remain** **a** **closed** **system** **,** **as** **a** **whole** **,**
最后 它 将要 保持 一个 关闭 系统 , 作为 一个 所有的 ,

因此，从整体上看，它将仍然是一个封闭系统。

[rɪ'gɑːdləs] [ɒv; əv] [wɒt] ['hæpənz] [tuː; tə][ðə; ði][ˌɪndɪ'vɪdʒuəl]['mɪnərəl] [greɪnz] .

regardless	**of**	**what**	**happens**	**to**	**the**	**individual**	**mineral**	**grains**	**.**
不管	的	什么	发生	到	这	个人	矿物	谷物	.

无论单个矿物颗粒发生什么情况。

[ɪf] [wiː; wi] [teɪk] [ə; eɪ] [piːs] [frɒm; frəm][nɪə(r)][ðə; ði]['mɪd(ə)l][ɒv; əv] [ðɪs] ['bɒdi][ɒv; əv] [rɒk] [ænd; ənd] [ɪf]

If	**we**	**take**	**a**	**piece**	**from**	**near**	**the**	**middle**	**of**	**this**	**body**	**of**	**rock**	**and**	**if**
如果	我们	拿	一个	片	从	靠近	这	中间	的	这	身体	的	岩石	和	如果

[ðɪs] [piːs] [ɪz] [mʌtʃ] ['lɑːdʒə(r)][ðæn; ðən][ðə; ði]['lɑːdʒɪst] [kən'stɪtʃuənt] [greɪn] [ɪn][ˌaɪ 'tiː] ,

this	**piece**	**is**	**much**	**larger**	**than**	**the**	**largest**	**constituent**	**grain**	**in**	**it**	**,**
这	片	是	很多	更大的	比	这	最大	组分	粮食	在	它	,

如果我们从这块岩体中部附近取一块岩石，并且这块岩石比构成它的最大颗粒大得多，

[ðen] [wiː; wi][hæv; həv][ə; eɪ][feə(r)]['sɑːmp(ə)l][ɒv; əv][ə; eɪ] [kləʊzd] ['sɪstəm] — [ðə; ði] [həʊl] [rɒk] .

then	**we**	**have**	**a**	**fair**	**sample**	**of**	**a**	**closed**	**system**	**—**	**the**	**whole**	**rock**	**.**
然后	我们	有	一个	公平的	样本	的	一个	关闭	系统	—	这	所有的	岩石	.

这样我们就得到了一个封闭系统的相当不错的样本——整块岩石。

[ðə; ði]['əʊnli] ['dɪfɪkəlti] [ə'raɪzɪz][frɒm; frəm][ðə; ði][fækt] [ðæt] [fjuː] [rɒks] [ɑː(r); ə(r)] [sə'fɪʃntli]

The	**only**	**difficulty**	**arises**	**from**	**the**	**fact**	**that**	**few**	**rocks**	**are**	**sufficiently**
这	仅有的	困难	出现	从	这	事实	那	很少	岩石	是	足够

[ɪm'pɜːmiəb(ə)l] [tuː; tə] [sə'lʊʃən] [tuː; tə] [rɪ'teɪn] ['ɑːgɒn] ,

impermeable	**to**	**solutions**	**to**	**retain**	**argon**	**,**
不透水的	到	解决方案	到	保持	氩气	,

唯一的困难在于，很少有岩石能够完全不渗透溶液以保留氩气。

[ænd; ənd] ['meni] [rɒks] [kən'teɪn] [səʊ] [mʌtʃ] ['kɒmən] ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] [ðæt] [ruː'bɪdiəm] -

and	**many**	**rocks**	**contain**	**so**	**much**	**common**	**strontium**	**that**	**rubidium**	**-**
和	许多	岩石	包含	所以	很多	常见的	锶	那	铷	-

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] analysis40

strontium	**analysis40**
锶	analysis40

许多岩石含有大量的普通锶，因此需要进行铷锶分析[40]。

[ɪz][ɪm'præktɪk(ə)l] .

is	**impractical**	**.**
是	不切实际	.

不切实际。

[stɪl] , [wiː; wi][kæn; kən][juːz][ðə; ði]['ræpɪd] ['sɜːveɪ] ['meθədz] [æz; əz][fɔː(r); fə(r)]['feldspɑː(r)] ,

Still	**,**	**we**	**can**	**use**	**the**	**rapid**	**survey**	**methods**	**as**	**for**	**feldspar**	**,**
仍然	,	我们	能	使用	这	迅速的	民意调查	方法	作为	为了	长石	,

不过，我们仍然可以像测量长石那样使用快速测量方法。

[sɪ'lektɪŋ] [ðə; ði] [fjuː] [rɒks] [ðæt] [wʊd] [biː; bi]['juːsf(ə)l] .

selecting	**the**	**few**	**rocks**	**that**	**would**	**be**	**useful**	**.**
选择	这	很少	岩石	那	会	是	有用	.

挑选出几块有用的石头。

[ðɪs] [wɜːk] [hæz; həz] [biːn] [dʌn] ['friːkwəntli] , [ænd; ənd][ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [hæv; həv] [biːn] ['fruːtf(ə)l]

This	**work**	**has**	**been**	**done**	**frequently**	**,**	**and**	**the**	**results**	**have**	**been**	**fruitful**
这	工作	有	到过	完毕	频繁地	,	和	这	结果	有	到过	卓有成效

[fɔː(r); fə(r)][ruː'bɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]['ənæləsɪs] .

for	**rubidium**	**-**	**strontium**	**analysis**	**.**
为了	铷	-	锶	分析	.

这项工作经常进行，并且对铷锶分析取得了丰硕成果。

[ðə; ði] [həʊl] - [rɒk] [ruːˈbɪdiəm] - ['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm][eɪdʒ] [deɪts] [ðə; ði] [taɪm] [wen] [ðə; ði] [rɒk]

The	whole	-	rock	rubidium	-	strontium	age	dates	the	time	when	the	rock
这	所有的	-	岩石	铷	-	锶	年龄	日期	这	时间	什么时候	这	岩石

[bɪˈkeɪm] [ɪmˈpɜːmiəb(ə)l] .

became	impermeable	.
成为	不透水的	.

全岩铷锶年龄测定法可以确定岩石变得不透水的时间。

[sʌm; səm] ['ɪntrəstɪŋ] [rɪˈzʌlts]

SOME	INTERESTING	RESULTS
一些	有趣的	结果

一些有趣的结果

[ðə; ði][əʊld][mæn][frɒm; frəm]['oʊldəˌvaɪ]

The	Old	Man	from	Olduvai
这	老的	男人	从	奥杜瓦伊河

来自奥杜瓦伊的老人

['fɒs(ə)l] [skʌl] [ɒv; əv] [ˌzɪndʒæn'θros] , ['nɪəli] [ˌtuːˈtuː] , - , - [j'iəz] [əʊld] ,

Fossil	skull	of	Zinjanthropus	,	nearly	2	,	000	,	000	years	old	,
化石	颅骨	的	辛贾人	,	几乎	2	,	-	,	-	年	老的	,

距今近200万年的津詹猿人化石头骨

[dɪˈskʌvəd] [ɪn] - [baɪ]['dɑːktər; draɪv] . [el] . [es] . [biː] . ['liːki] [ɪn]['oʊldəˌvaɪ] [gɔːdʒ] .

discovered	in	1959	by	Dr	.	L	.	S	.	B	.	Leakey	in	Olduvai	Gorge	.
发现	在	-	经过	博士	.	L	.	S	.	B	.	利基	在	奥杜瓦伊河	峡谷	.

1959 年，L.S.B. Leakey 博士在奥杜瓦伊峡谷发现了它。

['ækjərət] ['deɪtɪŋ] [ɒv; əv] [ðɪs] ['ɜːliɪst] ['hjuːmən]['ænsestə(r)][wɒz; wəz]['pɒsəb(ə)l][baɪ]['juːzɪŋ][ðə; ði]

Accurate	dating	of	this	earliest	human	ancestor	was	possible	by	using	the
准确的	约会	的	这	最早	人类	祖先	曾是	可能的	经过	使用	这

[pəˈtæsiəm] - ['ɑːgɒn] ['meθəd] .

potassium	-	argon	method	.
钾	-	氩气	方法	.

利用钾氩法可以准确地测定这位最早人类祖先的年代。

[wʌn] [ɒv; əv][ðə; ði][məʊst] [tɔːkt] - [əˈbaʊt][eɪdʒ] ['meʒəm(ə)nts] [ɪn]['riːs(ə)nt] [j'iəz] [wɒz; wəz][ðə; ði]

One	of	the	most	talked	-	about	age	measurements	in	recent	years	was	the
一	的	这	最多	谈话	-	关于	年龄	测量	在	最近的	年	曾是	这

[dɪˌtɜːmɪˈneɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ðə; ði] [ˌʌnɪkˈspektɪdli] [greɪt] [eɪdʒ][ɒv; əv]['fɒs(ə)l]['ænsestəz; 'ænsəstəz][ɒv; əv][mæn] ,

determination	of	the	unexpectedly	great	age	of	fossil	ancestors	of	man	,
决心	的	这	不料	伟大的	年龄	的	化石	祖先	的	男人	,

近年来最受关注的年龄测定之一是对人类化石祖先出乎意料的远古年龄的测定。

[faʊnd] [baɪ][ðə; ði] British41

found	by	the	British41
成立	经过	这	British41

由 British41 发现

[ˌænθrəˈpɒlədʒɪst] , ['dɑːktər; draɪv] . [el] . [es] . [biː] . ['liːki] , [ɪn]['oʊldəˌvaɪ] [gɔːdʒ] [ɪn][ˌtænzəˈniːə] .

anthropologist	,	Dr	.	L	.	S	.	B	.	Leakey	,	in	Olduvai	Gorge	in	Tanzania	.
人类学家	,	博士	.	L	.	S	.	B	.	利基	,	在	奥杜瓦伊河	峡谷	在	坦桑尼亚	.

人类学家 LSB Leakey 博士在坦桑尼亚奥杜瓦伊峡谷。

[ðə; ði] ['meʒəm(ə)nts] [wɜː(r); wə(r)] [meɪd] [baɪ] - [eɪtʃ] . ['kɜːtis] [ænd; ənd][dʒæk][ef] . [ɛvɜˑndən]

The	measurements	were	made	by	Garniss	H	.	Curtis	and	Jack	F	.	Evernden
这	测量	是	制成	经过	-	H	.	柯蒂斯	和	杰克	F	.	埃弗登

[æt; ət][ðə; ði][ˌjuːnɪˈvɜːsəti][ɒv; əv][ˌkæləˈfɔːniə][ɪn]['bɜːkli; 'bɑːkli][baɪ][ðə; ði] [pəˈtæsiəm] - ['ɑːgɒn] ['meθəd] .

at	the	University	of	California	in	Berkeley	by	the	potassium	-	argon	method	.
在	这	大学	的	加利福尼亚州	在	伯克利	经过	这	钾	-	氩气	方法	.

这些测量是由加州大学伯克利分校的 Garniss H. Curtis 和 Jack F. Evernden 使用钾氩法进行的。

[ðə; ði][eɪdʒ] [keɪm] [aʊt][ə; eɪ]['lɪt(ə)l] [les] [ðæn; ðən][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] [j'iəz] ,

The	age	came	out	a	little	less	than	2	million	years	,
这	年龄	来了	出去	一个	小的	较少的	比	2	百万	年	,

计算出的年龄略低于200万年。

[ə'baʊt] [twaɪs] [æz; əz][əʊld][æz; əz][ˌaɪ 'tiː] “ [ʃʊd; ʃəd][biː; bi] ” [ɪn][ðə; ði] [vjuː] [ɒv; əv] ['meni] ['saɪəntɪsts] .

about	twice	as	old	as	it	“	should	be	”	in	the	view	of	many	scientists	.
关于	两次	作为	老的	作为	它	“	应该	是	”	在	这	看法	的	许多	科学家	.

在许多科学家看来，它的年龄大约是它“应该”年龄的两倍。

['hjuːmən] [rɪ'meɪnz] [ɒv; əv] [sʌtʃ] [greɪt] [æn'tɪkwəti][hæd; həd]['nevə(r)] [biːn] [faʊnd] [bɪ'fɔː(r)] ,

Human	remains	of	such	great	antiquity	had	never	been	found	before	,
人类	遗迹	的	这样的	伟大的	古代	有	绝不	到过	成立	前	,

此前从未发现过如此古老的人类遗骸。

[ænd; ənd] [mʌtʃ] [daʊt] [wɒz; wəz] [reɪzd] [ə'baʊt][ðə; ði][və'lɪdəti][ɒv; əv][ðə; ði] ['fɪgəz] .

and	much	doubt	was	raised	about	the	validity	of	the	figures	.
和	很多	怀疑	曾是	提高	关于	这	有效性	的	这	数据	.

人们对这些数据的有效性提出了诸多质疑。

[taɪm] [pɪərɪədz][æz; əz] [ʃɔːt] [æz; əz] [tuː] ['mɪljən] [j'iəz] [ɑː(r); ə(r)][nɒt] ['iːzi] [tuː; tə] ['meʒə(r)] [baɪ]

Time	periods	as	short	as	two	million	years	are	not	easy	to	measure	by
时间	时期	作为	短的	作为	二	百万	年	是	不是	简单的	到	措施	经过

[pə'tæsiəm] - ['ɑːgɒn] .

potassium	-	argon	.
钾	-	氩气	.

用钾氩法测量两百万年这样短的时间跨度并不容易。

[ðə; ði] [ə'maʊnt] [ɒv; əv]['ɑːgɒn] [prə'djuːst] [ɪn] [ðæt] [taɪm][ɪz] [ɪk'striːmli] [smɔːl] ,

The	amount	of	argon	produced	in	that	time	is	extremely	small	,
这	数量	的	氩气	生产	在	那	时间	是	极其	小的	,

那段时间内产生的氩气量极少。

[ænd; ənd][kənˌtæmɪ'neɪʃ(ə)n][baɪ]['ɑːgɒn][frɒm; frəm][ðə; ði][eə(r)][ɪz][ə; eɪ] ['sɪəriəs] ['prɒbləm] .

and	contamination	by	argon	from	the	air	is	a	serious	problem	.
和	污染	经过	氩气	从	这	空气	是	一个	严肃的	问题	.

空气中的氩气污染是一个严重的问题。

[stɪl] , [ðə; ði] ['meʒəm(ə)nts] [wɜː(r); wə(r)] [rɪ'piːtɪd] , [ðə; ði] [rɒks] [wɜː(r); wə(r)] ['stʌdid] [ə'gen] ,

Still	,	the	measurements	were	repeated	,	the	rocks	were	studied	again	,
仍然	,	这	测量	是	重复	,	这	岩石	是	研究	再次	,

[ænd; ənd][ðə; ði] [rɪ'zʌlt] [dɪd][nɒt] [tʃeɪndʒ] :

and	the	result	did	not	change	:
和	这	结果	做过	不是	改变	:

然而，测量工作重复进行，岩石也再次被研究，结果却没有改变：

[ðə; ði] ['fɒslz] [wɜː(r); wə(r)] [stɪl] [ə'baʊt][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] [j'iəz] [əʊld] .

The	fossils	were	still	about	2	million	years	old	.
这	化石	是	仍然	关于	2	百万	年	老的	.

这些化石距今约有200万年历史。

[ɪn] [keɪsɪz] [laɪk] [ðɪs] ,

In	cases	like	this	,
在	案例	喜欢	这	,

在这种情况下，

[wʌn] [traɪz] [tuː; tə][faɪnd][sʌm; səm]['ʌðə(r)] ['meθəd] [tuː; tə] [tʃek] [ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [ɪn][æn; ən] [ˌɪndɪ'pendənt] [wei] .

one	tries	to	find	some	other	method	to	check	the	results	in	an	independent	way	.
一	尝试	到	寻找	一些	其他	方法	到	查看	这	结果	在	一个	独立的	方式	.

人们试图寻找其他方法来独立地检验结果。

['ɑːftə(r)] ['meni] [ə'tempts] [ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz] [dɪ'skʌvəd] [ðæt] [ðə; ði] [seɪm] [rɒk] ['strɑːtə]['deɪtɪd][baɪ]

After	many	attempts	it	was	discovered	that	the	same	rock	strata	dated	by
后	许多	尝试	它	曾是	发现	那	这	相同的	岩石	地层	日期	经过

[pə'tæsiəm] - ['ɑːgɒn]['ɔːlsəʊ] [kən'teɪnd] [sʌm; səm] ['pʌmɪs] — [ə; eɪ] ['pɔːrəs] [vɒl'kænɪk] [glɑːs] — [ænd; ənd]

potassium	-	argon	also	contained	some	pumice	—	a	porous	volcanic	glass	—	and
钾	-	氩气	还	包含	一些	浮石	—	一个	多孔	火山	玻璃	—	和

[ðæt] [ðɪs] [glɑːs] [wɒz; wəz]['suːtəb(ə)l][fɔː(r); fə(r)][juːreɪniəm] ['fɪʃ(ə)n] - [træk] ['deɪtɪŋ] .

that	this	glass	was	suitable	for	uranium	fission	-	track	dating	.
那	这	玻璃	曾是	合适的	为了	铀	裂变	-	追踪	约会	.

经过多次尝试，人们发现用钾氩法测定年代的同一岩层中也含有一些浮石（一种多孔火山玻璃），而这种玻璃适合用铀裂变径迹法测定年代。

[ðə; ði] ['meʒəm(ə)nts] [wɜː(r); wə(r)] [meɪd] [ɪn][ðə; ði]['dʒen(ə)rəl] [ɪ'lektrɪk] [rɪ'sɜːtʃ] [lə'bɒrətri] .

The	measurements	were	made	in	the	General	Electric	Research	Laboratory	.
这	测量	是	制成	在	这	一般的	电的	研究	实验室	.

这些测量是在通用电气研究实验室进行的。

[wɒt] [wɒz; wəz][ðə; ði] [rɪ'zʌlt] ?

What	was	the	result	?
什么	曾是	这	结果	?

结果如何?

[dʒʌst] [ə'baʊt] [ˌtuː'tuː] ['mɪljən] [j'iəz] !

Just	about	2	million	years	!
只是	关于	2	百万	年	!

大约200万年!

[wen] [sʌtʃ] [ˌɔːltə'geðə(r)] ['dɪfrənt] [tek'niːks] [gɪv] [ðə; ði] [seɪm] ['nʌmbə(r)] ,

When	such	altogether	different	techniques	give	the	same	number	,
什么时候	这样的	共	不同的	技术	给	这	相同的	数字	,

当两种完全不同的方法得出相同的结果时，

[wʌn][kæn; kən][hæv; həv][sʌm; səm] ['kɒnfɪdəns] [ðæt] [ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɪz][ɪg'zækt] .

one	can	have	some	confidence	that	the	number	is	exact	.
一	能	有	一些	信心	那	这	数字	是	精确的	.

可以相当肯定这个数字是准确的。

[ˌaɪ 'tiː] [wʊd] [biː; bi] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə][ɪ'mædʒɪn][ə; eɪ] [dɪ'stɜːbəns] [ɪn]['neɪtʃə(r)] [ðæt] [wʊd] [kɔːz] [ðiːz]

It	would	be	difficult	to	imagine	a	disturbance	in	nature	that	would	cause	these
它	会	是	难的	到	想象	一个	干扰	在	自然	那	会	原因	这些

[ˌʌnrɪ'leɪtɪd] ['meθədz] [tuː; tə] [gɪv] [ðə; ði] [seɪm] [rɒŋ] ['nʌmbə(r)] — [ɪn][bəuθ][keɪsɪz][baɪ][ə; eɪ]['fæktə(r)]

unrelated	methods	to	give	the	same	wrong	number	—	in	both	cases	by	a	factor
无关	方法	到	给	这	相同的	错误的	数字	—	在	两个都	案例	经过	一个	因素

[ɒv; əv] [tuː] .

of	two	.
的	二	.

很难想象自然界中存在某种干扰，会导致这些不相关的方法得出相同的错误数字——而且两种情况下都相差两倍。

[ðə; ði] ['dʌb(ə)l] [tʃek] ['sɪmpli] [miːnz] [ðə; ði]['oʊldəˌvaɪ][mæn][ɪz][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] [j'iəz] [əʊld] .

The	double	check	simply	means	the	Olduvai	man	is	2	million	years	old	.
这	双倍的	查看	简单地	方法	这	奥杜瓦伊河	男人	是	2	百万	年	老的	.

双重核查结果表明，奥杜威人距今已有200万年历史。

[ðeə(r)] [ɪz] [nɒt] [mʌtʃ] [daʊt] [ə'baʊt] [ˌaɪ 'tiː] .

There	is	not	much	doubt	about	it	.
那里	是	不是	很多	怀疑	关于	它	.

这一点几乎毋庸置疑。

[ðə; ði][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] [taɪm] [skeɪl]

The	Geologic	Time	Scale
这	地质	时间	规模

地质年代尺度

[mʌtʃ] [ɒv; əv][hɪ'stɒrɪk(ə)l][dʒi'ɒlədʒi][ɪz] [beɪst] [ɒn][ə; eɪ] [rɪ'leɪʃ(ə)nʃɪp] [kɔ:ld] [ðə; ði] [lɔ:] [ɒv; əv]
Much **of** **historical** **geology** **is** **based** **on** **a** **relationship** **called** **the** **LAW** **OF**
很多 的 历史 地质学 是 基于 在 一个 关系 称为 这 法律 的
[ˌsu:pəpə'zɪʃn; ˌsju:pəpə'zɪʃn] .
SUPERPOSITION **.**
叠加 .

历史地质学很大程度上基于一种叫做叠置定律的关系。

[ðɪs] ['sɪmpli] [mi:nz] [ðæt] [wen] [sʌm; səm] [rɒk] [fɔ:'meɪʃ(ə)n][wɒz; wəz] [pleɪst] [ɒn][tɒp][ɒv; əv][sʌm; səm]
This **simply** **means** **that** **when** **some** **rock** **formation** **was** **placed** **on** **top** **of** **some**
这 简单地 方法 那 什么时候 一些 岩石 形成 曾是 放置 在 顶部 的 一些
['ʌðə(r)][fɔ:'meɪʃ(ə)n][baɪ]['nætʃ(ə)rəl] ['prəʊsesɪz] ([ˌsedɪmen'teɪʃn] [ɔ:(r)][vɒl'kænɪk] [ɪ'rʌpʃ(ə)n] ,
other **formation** **by** **natural** **processes** **(** **sedimentation** **or** **volcanic** **eruption** **,**
其他 形成 经过 自然的 流程 (沉降 或者 火山 火山爆发 ,

这仅仅意味着，当某些岩层通过自然过程（沉积作用或火山喷发）覆盖在另一些岩层之上时，

[fɔ:(r); fə(r)][ɪg'zɑ:mp(ə)l]) , [ðə; ði]['leɪə(r)][ɒn][tɒp][mʌst; məst][bi:; bi] ['jʌŋgə] [ðæn; ðən][ðə; ði][wʌn][ɒn]
for **example** **)** **,** **the** **layer** **on** **top** **must** **be** **younger** **than** **the** **one** **on**
为了 例子) , 这 层 在 顶部 必须 是 年轻 比 这 一 在
[ðə; ði] ['bɒtəm] .
the **bottom** **.**
这 底部 .

例如），上层必须比下层年轻。

[sʌtʃ] [ə; eɪ] [kən'klu:ʒn] [meɪ] [naʊ] [si:m] ['əʊbviəs] ,
Such **a** **conclusion** **may** **now** **seem** **obvious** **,**
这样的 一个 结论 可能 现在 似乎 明显的 ,

这样的结论现在看来或许显而易见。

[bʌt; bət][ðə; ði] ['kɒnsept][wɒz; wəz][nɒt]['i:v(ə)n] [ɪk'sprest] [ʌn'tɪl][ðə; ði] ['veri] [end][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌeɪ'ti:nθ]
but **the** **concept** **was** **not** **even** **expressed** **until** **the** **very** **end** **of** **the** **eighteenth**
但 这 概念 曾是 不是 甚至 表达 直到 这 非常 结尾 的 这 第十八
['sentʃəri] [ænd; ənd][wɒz; wəz] [stɪl] a42
century **and** **was** **still** **a42**
世纪 和 曾是 仍然 a42

但直到十八世纪末，这一概念才被正式提出，并且当时仍处于42年左右。

['mætə(r)][ɒv; əv][ˌsaɪən'tɪfɪk] ['kɒntrəvɜ:si] [wen] ['eɪbrəhæm] ['lɪŋkən] [wɒz; wəz][ə; eɪ] [bɔɪ] .
matter **of** **scientific** **controversy** **when** **Abraham** **Lincoln** **was** **a** **boy** **.**
事情 的 科学 争议 什么时候 亚伯拉罕 林肯 曾是 一个 男生 .

这是亚伯拉罕·林肯小时候就存在科学争议的问题。

[ˌaɪ 'ti:][wɒz; wəz][ðə; ði] [lɔ:] [ɒv; əv][ˌsu:pəpə'zɪʃn; ˌsju:pəpə'zɪʃn] , [haʊ'evə(r)] ,
It **was** **the** **law** **of** **superposition** **,** **however** **,**
它 曾是 这 法律 的 叠加 , 然而 ,

然而，这是叠加定律。

[ðæt] [led][ðə; ði] ['ɜ:li] [dʒɪ'ɔlədʒɪsts][tu:; tə] [ɪ'stæblɪʃ] [ðə; ði][fɜ:st][ˌdʒi:ə'lɒdʒɪk][taɪm] [skeɪlz] [ænd; ənd][tu:; tə]
that **led** **the** **early** **geologists** **to** **establish** **the** **first** **geologic** **time** **scales** **and** **to**
那 引领 这 早期的 地质学家 到 建立 这 第一的 地质 时间 秤 和 到
['ri:əlaɪz][ðə; ði] [ɪ'nɔ:məs] [ɪk'stent][ɒv; əv][ˌdʒi:ə'lɒdʒɪk][taɪm] .
realize **the** **enormous** **extent** **of** **geologic** **time** **.**
意识到 这 巨大的 程度 的 地质 时间 .

这促使早期地质学家建立了第一个地质时间尺度，并认识到地质时间的巨大跨度。

['daɪəgræm] ['ɪləstreɪtɪŋ] [ðə; ði] [lɔ:] [ɒv; əv][ˌsu:pəpə'zɪʃn; ˌsju:pəpə'zɪʃn] .
Diagram **illustrating** **the** **law** **of** **superposition** **.**
图表 图示 这 法律 的 叠加 .

图示叠加定律。

[iːtʃ] [rɒk] [bed][ɪz] ['jʌŋgə] [ðæn; ðən][ðə; ði]['strɑːtə]['ʌndə(r)][ˌaɪ 'tiː] .

Each	**rock**	**bed**	**is**	**younger**	**than**	**the**	**strata**	**under**	**it**	**.**
每个	岩石	床	是	年轻	比	这	地层	在下面	它	.

每个岩层都比其下方的地层年轻。

[ɪn] ['es(ə)ns] [ðə; ði] ['sɪstəm] [ɒv; əv] [ɪ'stæblɪʃɪŋ] [eɪdʒ][baɪ] [ðɪs] ['kɒnsept][ɪz] [ðɪs] :

In	**essence**	**the**	**system**	**of**	**establishing**	**age**	**by**	**this**	**concept**	**is**	**this**	**:**
在	本质	这	系统	的	建立	年龄	经过	这	概念	是	这	:

本质上，根据这一概念确定年龄的体系如下：

['sʌmweə(r)] [ə; eɪ] [lɑːdʒ] [ænd; ənd] ['iːzəli] ['rekəg'naɪzd]['leɪə(r)][ɒv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɒk] [wɒz; wəz]

Somewhere	**a**	**large**	**and**	**easily**	**recognized**	**layer**	**of**	**sedimentary**	**rock**	**was**
某处	一个	大的	和	容易地	认可	层	的	沉积	岩石	曾是

[nəʊn] .

known	**.**
已知	.

在某处，人们发现了一层面积很大、很容易辨认的沉积岩层。

[ˌaɪ 'tiː][hæd; həd][ə; eɪ] [ˌkærəktə'rɪstɪk] ['kʌlə(r)] , ['tekstʃə(r)] , [grəʊs] [ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] , [ænd; ənd][ˌəʊvər'ɔːl]

It	**had**	**a**	**characteristic**	**color**	**,**	**texture**	**,**	**gross**	**composition**	**,**	**and**	**overall**
它	有	一个	特征	颜色	,	质地	,	总的	作品	,	和	全面的

[ə'pɪərəns] .

appearance	**.**
外貌	.

它具有独特的颜色、质地、大致成分和整体外观。

[let] [ˌjuː 'es][kɔːl][ˌaɪ 'tiː][bed][em] .

Let	**us**	**call**	**it**	**bed**	**M**	**.**
让	我们	称呼	它	床	M	.

我们姑且称它为M床。

[ðɪs] [bed][kʊd; kəd][biː; bi] [treɪst] [ə'krɒs] [ðə; ði] ['kʌntrisaɪd] [ʌn'tɪl][ə; eɪ] [pleɪs] [wɒz; wəz] [riːtʃt] [weə(r)]

This	**bed**	**could**	**be**	**traced**	**across**	**the**	**countryside**	**until**	**a**	**place**	**was**	**reached**	**where**
这	床	可以	是	追踪	穿过	这	农村	直到	一个	地方	曾是	达到	在哪里

[ˌaɪ 'tiː][kʊd; kəd][biː; bi] [siːn] [ðæt] [bed][em] ['restɪd] [ɒn][ə'nʌðə(r)] ,

it	**could**	**be**	**seen**	**that**	**bed**	**M**	**rested**	**on**	**another**	**,**
它	可以	是	已见	那	床	M	休息	在	其他	,

这张床的踪迹可以沿着乡村一路追踪，直到到达一个地方，在那里可以看到 M 号床架在另一张床上。

['dɪfrənt] ['leɪə(r)][ɒv; əv] [rɒk] ,

different	**layer**	**of**	**rock**	**,**
不同的	层	的	岩石	,

不同岩层

[wɪtʃ] [wiː; wi] [mait] [kɔːl][bed][el] . [bed][el][kʊd; kəd]['ɔːlsəʊ][biː; bi] [treɪst] [sʌm; səm] ['dɪstəns] [ænd; ənd]

which	**we**	**might**	**call**	**bed**	**L**	**.**	**Bed**	**L**	**could**	**also**	**be**	**traced**	**some**	**distance**	**and**
哪个	我们	可能	称呼	床	L	.	床	L	可以	还	是	追踪	一些	距离	和

['ʌltɪmətli] [kʊd; kəd][biː; bi] [əb'zɜːvd] ['restɪŋ] [ɒn][ə; eɪ] [stɪl] ['dɪfrənt] ['strɑːtəm] ,

ultimately	**could**	**be**	**observed**	**resting**	**on**	**a**	**still**	**different**	**stratum**	**,**
最终	可以	是	观察到	休息	在	一个	仍然	不同的	地层	,

我们可以将其称为L层。L层还可以追踪一段距离，最终可以观察到它位于一个完全不同的地层之上。

[wɪtʃ] [wiː; wi][ʃæl; ʃəl][kɔːl][bed][keɪ] .

which	**we**	**shall**	**call**	**bed**	**K**	**.**
哪个	我们	将	称呼	床	K	.

我们将它称为 K 床。

[sʌm; səm][ɒv; əv] [ðiːz] [bedz][hæd; həd] ['fɒslz] [ɪn][ðem; ðəm] ,

Some	**of**	**these**	**beds**	**had**	**fossils**	**in**	**them**	**,**
一些	的	这些	床	有	化石	在	他们	,

有些地层中含有化石。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'tiː][wɒz; wəz] [ɪ'ventʃuəli] ['riːəlaɪzd] [ðæt] [rɒks] [wɪð] [ðə; ði] [seɪm] [kaɪndz][ɒv; əv] ['fɒslz]
and **it** **was** **eventually** **realized** **that** **rocks** **with** **the** **same** **kinds** **of** **fossils**
和 它 曾是 最终 已实现 那 岩石 和 这 相同的 种类 的 化石
[ɑː(r); ə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] ,
are **of** **the** **same** **age** **,**
是 的 这 相同的 年龄 ,

最终人们意识到，含有相同种类化石的岩石具有相同的年龄。

['iːv(ə)n] [ðəʊ] [ðeɪ] [meɪ] ['dɪfə(r)][ɪn]['ʌðə(r)] [rɪ'spekts] — [ɪn]['kʌlə(r)][ɔː(r)][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] , [fɔː(r); fə(r)]
even **though** **they** **may** **differ** **in** **other** **respects** **—** **in** **color** **or** **composition** **,** **for**
甚至 尽管 他们 可能 不同 在 其他 尊重 — 在 颜色 或者 作品 , 为了
['ɪnstəns] .
instance **.**
实例 .

即使它们在其他方面可能有所不同——例如颜色或成分。

[ɪf] [bed][em][wɒz; wəz] ['fɒləʊd] [ɪn][ə'nʌðə(r)][də'rekʃ(ə)n] ,
If **bed** **M** **was** **followed** **in** **another** **direction** **,**
如果 床 M 曾是 随后 在 其他 方向 ,

如果沿着床 M 往另一个方向走，

[pə'hæps] [ə; eɪ] [pɔɪnt] [wɒz; wəz] [riːtʃt] [weə(r)] [ˌaɪ 'tiː] [dip] [daʊn] [ə; eɪ]['lɪt(ə)l] , [ænd; ənd][hɪə(r)] ,
perhaps **a** **point** **was** **reached** **where** **it** **dipped** **down** **a** **little** **,** **and** **here** **,**
也许 一个 观点 曾是 达到 在哪里 它 浸入 向下 一个 小的 , 和 这里 ,

或许到了某个阶段，它略微下降了一些，然后，

[wɒz; wəz] [faʊnd] [stɪl] [ə'nʌðə(r)]['leɪə(r)] — [kɔːl][ˌaɪ 'tiː][bed][en] — [ɒn][tɒp][ɒv; əv][em] . ['ɒbviəsli] ,
was **found** **still** **another** **layer** **—** **call** **it** **bed** **N** **—** **on** **top** **of** **M** **.** **Obviously** **,**
曾是 成立 仍然 其他 层 — 称呼 它 床 N — 在 顶部 的 M . 明显地 ,

在M层之上又发现了一层——称之为N层。显然，

[ðə; ði] ['siːkwəns] [ɒv; əv][bedz][frɒm; frəm]['əʊldɪst][tuː; tə] ['jʌŋgɪst] [wɒz; wəz][keɪ] - [el] - [em] - [en] .
the **sequence** **of** **beds** **from** **oldest** **to** **youngest** **was** **K** **-** **L** **-** **M** **-** **N** **.**
这 顺序 的 床 从 最老 到 最小的 曾是 K - L - M - N .

从最老到最新的地层顺序是 KLMN。

[ðeə(r)] ['relətɪv] ['eɪdʒɪz][wɜː(r); wə(r)] [naʊ] [ɪ'stæblɪʃt] .
Their **relative** **ages** **were** **now** **established** **.**
他们的 相对的 年龄 是 现在 已确立的 .

他们的相对年龄现在已经确定了。

['əʊvə(r)][ðə; ði] [j'iəz] , ['hʌndrədz] [ɒv; əv][dʒɪ'ɔlədʒɪsts] [dɪ'skraɪbd] ['veəriəs] [rɒk] ['leɪəz] [ænd; ənd]
Over **the** **years** **,** **hundreds** **of** **geologists** **described** **various** **rock** **layers** **and**
超过 这 年 , 数百 的 地质学家 描述 各种各样的 岩石 层 和
[aɪ'dentɪfaɪd][ðə; ði] ['fɒslz] [ɪn][ðem; ðəm] .
identified **the** **fossils** **in** **them** **.**
已识别 这 化石 在 他们 .

多年来，数百名地质学家描述了各种岩层，并鉴定了其中的化石。

[baɪ][ðə; ði]['mɪd(ə)l][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌnaɪn'tiːnθ] ['sentʃəri] ,
By **the** **middle** **of** **the** **nineteenth** **century** **,**
经过 这 中间 的 这 第十九 世纪 ,

到十九世纪中叶，

[ðɪs] “ ['leɪə(r)] - [keɪk] ” ['strʌktʃə(r)] [ɒv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɒks] [wɒz; wəz] [wel] - [nəʊn] [ɪn] ['westən]
this **“** **layer** **-** **cake** **”** **structure** **of** **sedimentary** **rocks** **was** **well** **-** **known** **in** **western**
这 “ 层 - 蛋糕 ” 结构 的 沉积 岩石 曾是 出色地 - 已知 在 西
['jʊərəp] .
Europe **.**
欧洲 .

这种沉积岩的“千层饼”结构在西欧是众所周知的。

([wʌn] [meɪ] [seɪ] , [ˌpærən'θetɪkli] , [ðæt] [ə'merɪkə] [wɒz; wəz] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪkli] [ə; eɪ] [vɑːst] [ˌʌn'nəʊn] [æt; ət]
(One may say , parenthetically , that America was geologically a vast unknown at
(一 可能 说 , （括号内） , 那 美国 曾是 地质学 一个 广阔的 未知 在
[ðæt] [taɪm] .
that time .
那 时间 .

（顺便提一句，当时的美国在地质学上还是一片未知之地。）

[tə'deɪ] [wiː; wi] [nəʊ] [mʌtʃ] [mɔː(r)] [ə'baʊt] [ðə; ði] [dʒi'ɒlədʒi] [ɒv; əv] [æn'tɑːktɪkə] [ðæn; ðən] ['eniwʌn] [ə; eɪ]
Today we know much more about the geology of Antarctica than anyone a
今天 我们 知道 很多 更多的 关于 这 地质学 的 南极洲 比 任何人 一个
['hʌndrəd] [j'iəz] [ə'gəʊ] [njuː] [ə'baʊt] [ðə; ði] [dʒi'ɒlədʒi] [ɒv; əv] [ðə; ði] [ju'naɪtɪd] [steɪts] .) -
hundred years ago knew about the geology of the United States .) 43
百 年 前 知道 关于 这 地质学 的 这 团结的 各州 .) -

今天我们对南极洲地质的了解远比一百年前人们对美国地质的了解要多得多。）43

[ə; eɪ] ['sɪstəm] [ɒv; əv] [nə'meŋklətʃə(r)] [fɔː(r); fə(r)] [ðə; ði] " ['leɪə(r)] - [keɪk] " [wɒz; wəz] [dɪ'veləpt] [ænd; ənd]
A system of nomenclature for the " layer - cake " was developed and
一个 系统 的 命名法 为了 这 " 层 - 蛋糕 " 曾是 发达 和
[rɪ'faɪnd] .
refined .
精制 .

人们开发并完善了"千层蛋糕"的命名系统。

['grædʒuəli] [ðɪs] [nə'meŋklətʃə(r)] [wɒz; wəz] [ək'septɪd] [ˌɪntə'næʃnəli] .
Gradually this nomenclature was accepted internationally .
逐步地 这 命名法 曾是 公认 国际上 .

这种命名方式逐渐被国际接受。

[lɒŋ] - [reɪndʒ] [ˌkɔːrə'leɪʃnz] [bɪ'twiːn] [bedz] [ɒv; əv] [ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] , ['dɪstənt] [ˌhɑːf'weɪ] [ə'raʊnd] [ðə; ði]
Long - range correlations between beds of the same age , distant halfway around the
长的 - 范围 相关性 之间 床 的 这 相同的 年龄 , 遥远 半 大约 这
[gləʊb] [frɒm; frəm] [iːtʃ] ['ʌðə(r)] ,
globe from each other ,
地球 从 每个 其他 ,

相距半个地球、年龄相同的地层之间存在长距离相关性

[wɜː(r); wə(r)] [meɪd] ['pɒsəb(ə)l] [æz; əz] [ðə; ði] ['saɪəns] [ɒv; əv] [ˌpælɪɒn'tɒlədʒɪ] [dɪ'veləpt] .
were made possible as the science of PALEONTOLOGY developed .
是 制成 可能的 作为 这 科学 的 古生物学 发达 .

随着古生物学的发展，这一切才成为可能。

[ðə; ði] ['relətɪv] [eɪdʒ] [ɒv; əv] ['ɔːlməʊst] ['eni] [rɒk] [kən'teɪnɪŋ] ['iːv(ə)n] ['pɔːli; 'pʊəli] [prɪ'zɜːvd] ['fɒslz]
The relative age of almost any rock containing even poorly preserved fossils
这 相对的 年龄 的 几乎 任何 岩石 包含 甚至 差 保存完好 化石
[kʊd; kəd] [biː; bi] [dɪ'tɜːmɪnd] ['eniweə(r)] [ɪn] [ðə; ði] [wɜːld] [wɪð] [prɪ'sɪʒ(ə)n] .
could be determined anywhere in the world with precision .
可以 是 决定 任何地方 在 这 世界 和 精确 .

即使化石保存状况不佳，世界上几乎任何含有化石的岩石的相对年龄都可以精确测定。

[ðæt] [ɪz] , [ðə; ði] [eɪdʒ] [ɒv; əv] [rɒk] ['leɪəz] [ɪn] [rɪ'leɪʃ(ə)n] [tuː; tə] [wʌn] [ə'nʌðə(r)] [wɒz; wəz] [nəʊn] .
That is , the age of rock layers in relation to one another was known .
那 是 , 这 年龄 的 岩石 层 在 关系 到 一 其他 曾是 已知 .

也就是说，人们知道了岩层之间的相对年龄。

[bʌt; bət] [ðə; ði] ['riːəl] [eɪdʒ] — [ðə; ði] ['æbsəluːt] [eɪdʒ] — [rɪ'meɪnd] [ˌʌn'nəʊn] [ʌn'tɪl] ['nɒlɪdʒ] [ɒv; əv]
But the real age — the absolute age — remained unknown until knowledge of
但 这 真实的 年龄 — 这 绝对 年龄 — 剩余 未知 直到 知识 的
[ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti] [prə'vaɪdɪd] [ðə; ði] ['nesəsəri] [klɒks] .
radioactivity provided the necessary clocks .
放射性 假如 这 必要的 时钟 .

但是，直到人们对放射性有了了解，才有了必要的计时器，真正的年龄——绝对年龄——才为人所知。

[ə; eɪ][dʒi'ɒlədʒɪst] ['keəfəli] [mæps][ðə; ði] ['leɪəz] [ɒv; əv][sɔɪl] [ɪn] [wɪtʃ] ['eɪnʃənt] [flɪnt] [tu:lz] [hæv; həv] [bi:n]

A	geologist	carefully	maps	the	layers	of	soil	in	which	ancient	flint	tools	have	been
一个	地质学家	小心	地图	这	层	的	土壤	在	哪个	古老的	燧石	工具	有	到过

[faʊnd] .

found	.
成立	.

地质学家仔细绘制了发现古代燧石工具的土壤层图。

[ɪg'zækt][ˌkɒrə'leɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ðə; ði] [tu:l] - ['beərɪŋ] ['strɑ:tə] [wɪð] [mə'tɪəriəl] ['deɪtəbl] [baɪ]['kɑ:bən] - -

Exact	correlation	of	the	tool	-	bearing	strata	with	material	datable	by	carbon	-	14
精确的	相关性	的	这	工具	-	轴承	地层	和	材料	可确定日期	经过	碳	-	-

[ə'næləsɪs][mʌst; məst][bi:; bi] [ə'kʌmplɪʃt] [bɪ'fɔ:(r)][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [tu:lz] [kæn; kən][bi:; bi]

analysis	must	be	accomplished	before	the	age	of	the	tools	can	be
分析	必须	是	完成	前	这	年龄	的	这	工具	能	是

[dɪ'tɜ:mɪnd] .

determined	.
决定	.

在确定工具的年代之前，必须先将含工具地层与可通过碳-14分析确定年代的材料进行精确对比。

['i:v(ə)n] [ðɪs] ['prəʊses] ['wʌznt] [ɪn'taɪəli] [wɪ'ðaʊt] ['prɔ:bləmz] .

Even	this	process	wasn't	entirely	without	problems	.
甚至	这	过程	不是	完全	没有	问题	.

即使这个过程也并非完全没有问题。

[ðə; ði] ['dɪfɪkəlti] [leɪ] [ɪn][ðə; ði][fækt] [ðæt] ['ɔ:d(ə)n(ə)ri] [ˌsedɪ'mentri] [rɒks] ([ʃeɪl] , ['sændstəʊn] ,

The	difficulty	lay	in	the	fact	that	ordinary	sedimentary	rocks	(	shale	,	sandstone	,
这	困难	躺	在	这	事实	那	普通的	沉积	岩石	(	页岩	,	砂岩	,

困难之处在于，普通的沉积岩（页岩、砂岩、

[ænd; ənd] ['laɪmstəʊn]) ['kænɒt] [bi:; bi]['deɪtɪd][baɪ][ðə; ði]['ju:ʒuəl]['nju:kliə(r)] ['meθədz] [bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðeɪ]

and	limestone	)	cannot	be	dated	by	the	usual	nuclear	methods	because	they
和	石灰石	)	不能	是	日期	经过	这	通常	核	方法	因为	他们

['prez(ə)nt][nəʊ]['su:təb(ə)l][kləʊzd] ['sɪstəmz] .

present	no	suitable	closed	systems	.
展示	不	合适的	关闭	系统	.

（例如石灰岩）不能用通常的核方法进行年代测定，因为它们没有合适的封闭系统。

['əʊnli][sʌm; səm][vɒl'kænɪk] ['sedəmənt] [kæn; kən] be44

Only	some	volcanic	sediments	can	be44
仅有的	一些	火山	沉积物	能	be44

只有部分火山沉积物可以44

[rɪ'laɪəbli]['deɪtɪd][baɪ][ðə; ði]['maɪkə] , ['feldspɑ:(r)] , [ænd; ənd]['zɜ:kɒn] [ðeɪ] [kən'teɪn] ; [bʌt; bət] [ði:z]

reliably	dated	by	the	mica	,	feldspar	,	and	zircon	they	contain	;	but	these
可靠	日期	经过	这	云母	,	长石	,	和	锆石	他们	包含	;	但	这些

['eɪnʃənt] ['æʃˌfɔ:l] [ɑ:(r); ə(r)][reə(r)] ,

ancient	ashfalls	are	rare	,
古老的	火山灰降落	是	稀有的	,

通过其中所含的云母、长石和锆石可以可靠地确定其年代；但这些古代火山灰非常罕见。

['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ɑ:(r); ə(r)]['əʊnli][ə; eɪ][fju:] ['ɪntʃɪz] [θɪk] ,

usually	are	only	a	few	inches	thick	,
通常	是	仅有的	一个	很少	英寸	厚的	,

通常只有几英寸厚，

[ænd; ənd][ɑ:(r); ə(r)][nɒt] ['i:zi] [tu:; tə][aɪ'dentɪfaɪ][æt; ət][ðə; ði] ['sɜ:fɪs] [bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðeɪ] ['weðə(r)] ['kwɪkli]

and	are	not	easy	to	identify	at	the	surface	because	they	weather	quickly
和	是	不是	简单的	到	确认	在	这	表面	因为	他们	天气	迅速地

[tu:; tə] [kleɪ] .

to	clay	.
到	黏土	.

而且由于它们风化迅速，变成粘土，因此在地表上不容易辨认。

['əʊnli] [ə'baʊt] [ə; eɪ] ['dʌz(ə)n] [vɒl'kænɪk] [bedz] [hæv; həv] [biːn] ['ækjərətli] ['deɪtɪd] [ɪn] [nɔːθ] [ə'merɪkə] .

Only	about	a	dozen	volcanic	beds	have	been	accurately	dated	in	North	America	.
仅有的	关于	一个	打	火山	床	有	到过	准确	日期	在	北	美国	.

北美只有大约十几个火山岩层被精确测定了年代。

[ðə; ði] [taɪm] [pɔɪnts] [ðeɪ] [ɪ'stæblɪʃt] [ɑː(r); ə(r)] ['meinstei] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['prez(ə)nt] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] [taɪm] [skeɪl] ,

The	time	points	they	established	are	mainstays	of	the	present	geologic	time	scale	,
这	时间	积分	他们	已确立的	是	主食	的	这	展示	地质	时间	规模	,

他们确定的时间点是现代地质年代尺度的基石。

[bʌt; bət] [ðeɪ] [hæv; həv] [hæd; həd] [tuː; tə] [biː; bi] ['sʌplɪmentɪd] [baɪ] [ˌɪndə'rekt] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] .

but	they	have	had	to	be	supplemented	by	indirect	information	.
但	他们	有	有	到	是	补充	经过	间接	信息	.

但还需要用间接信息来补充这些信息。

['stiːpli] ['dɪpɪŋ] ['sændstəʊn] ['strɑːtə] [frɒm; frəm] [ðə; ði] [krɪ'teɪʃəs] ['pɪəriəd] [nɪə(r)] ['gæləp] , [njuː] ['meksɪkəʊ] .

Steeply	dipping	sandstone	strata	from	the	Cretaceous	Period	near	Gallup	,	New	Mexico	.
陡峭地	浸渍	砂岩	地层	从	这	白垩纪	时期	靠近	盖洛普	,	新的	墨西哥	.

新墨西哥州盖洛普附近白垩纪时期的陡倾砂岩地层。

[ðɪs] ['fəʊtəʊ] , ['teɪkən] [ɪn] - ([nəʊt] [ðə; ði] [hɔːs] - [drɔːn] ['wægən]) ,

This	photo	,	taken	in	1901	(	note	the	horse	-	drawn	wagon	)	,
这	照片	,	已采取	在	-	(	笔记	这	马	-	绘制	车皮	)	,

这张照片拍摄于1901年（请注意照片中的马车），

[wɒz; wəz] [meɪd] [ɒn] [æn; ən] ['ɜːli] ['gʌvənmənt] ['sɜːveɪ] [ɒv; əv] ['westən] [lændz] .

was	made	on	an	early	government	survey	of	Western	lands	.
曾是	制成	在	一个	早期的	政府	民意调查	的	西	土地	.

这是根据政府早期对西部土地的勘测而制作的。

['fɒslz] [ɒv; əv] [bɜːd] [træks] [ɪn] ['sændstəʊn] [ɪn] [deθ] ['væli] , [ˌkælə'fɔːniə] . -

Fossils	of	bird	tracks	in	sandstone	in	Death	Valley	,	California	.	45
化石	的	鸟	轨道	在	砂岩	在	死亡	谷	,	加利福尼亚州	.	-

加利福尼亚州死亡谷砂岩中的鸟类足迹化石。45

[ðə; ði] [məʊst] [ɪm'pɔːt(ə)nt] [ɒv; əv] [ðiːz] [ˌɪndə'rekt] [taɪm] [pɔɪnts] [ɑː(r); ə(r)] ['fɜːnɪʃt] [baɪ] [wɒt] [dʒɪ'ɔlədʒɪsts] [kɔːl] ['brækɪtɪd] [ɪntruːsɪvz] .

The	most	important	of	these	indirect	time	points	are	furnished	by	what	geologists	call	BRACKETED	INTRUSIVES	.
这	最多	重要的	的	这些	间接	时间	积分	是	提供	经过	什么	地质学家	称呼	括号	侵入性	.

这些间接时间点中最重要的是由地质学家所说的“括号状侵入岩”提供的。

[ˌaɪ 'tiː] ['ɒf(ə)n] ['hæpənz] [ɪn] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] ['hɪstri; 'hɪstəri] [ðæt] [ə; eɪ] [mæs] [ɒv; əv] [rɒk] [bɪ'kʌmz] ['məʊltən] [æt; ət] [ə; eɪ] [greɪt] [depθ] [ænd; ənd] ['fɔːsɪz] [ɪts] [wei] [ʌp] [θruː] ['sevrəl] ['leɪəz] [ɒv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɒks] .

It	often	happens	in	geologic	history	that	a	mass	of	rock	becomes	molten	at	a	great	depth	and	forces	its	way	up	through	several	layers	of	sedimentary	rocks	.
它	经常	发生	在	地质	历史	那	一个	大量的	的	岩石	变成	熔融的	在	一个	伟大的	深度	和	力量	它是	方式	向上	通过	一些	层	的	沉积	岩石	.

在地质历史上，经常会发生这样的情况：一大块岩石在深处熔化，并强行穿过几层沉积岩向上涌出。

[ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] ['leɪəz] [ɑː(r); ə(r)]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [bent] [ænd; ənd] ['twɪstɪd] (['fəʊldɪd]) [baɪ][ðə; ði]

The	sedimentary	layers	are	usually	bent	and	twisted	(	folded	)	by	the
这	沉积	层	是	通常	弯曲	和	扭曲	(	折叠	)	经过	这

['ʌpθrʌst] ,

upthrust	,
上升	,

沉积层通常会因逆冲作用而弯曲和扭曲（褶皱）。

[ænd; ənd] [weə(r)] [ðə; ði]['kuːlə(r)] [rɒk] ['kɒmz] [ɪn]['kɒntækt] [wɪð] [ðə; ði]['məʊltən] [mæs] , ['kuːlə(r)][mə'tɪəriəl]

and	where	the	cooler	rock	comes	in	contact	with	the	molten	mass	,	cooler	material
和	在哪里	这	冷却器	岩石	来	在	接触	和	这	熔融的	大量的	,	冷却器	材料

[ɪz] [bɜːnd] ([riː'krɪstəlaɪzd]) .

is	burned	(	recrystallized	)	.
是	烧伤	(	重结晶	)	.

当较冷的岩石与熔融物接触时，较冷的物质会被烧焦（重结晶）。

[dʒɪ'ɔlədʒɪsts][kɔːl] [ðæt] ['prəʊses] ['kɒntækt] [ˌmetə'mɔːfɪzəm] [bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [rɒk]

Geologists	call	that	process	CONTACT	METAMORPHISM	because	the	sedimentary	rock
地质学家	称呼	那	过程	接触	变质	因为	这	沉积	岩石

[fɔːmz] [ɑː(r); ə(r)] [tʃeɪndʒd] ,

forms	are	changed	,
表格	是	已更改	,

地质学家将这一过程称为接触变质作用，因为沉积岩的形态发生了改变。

[ɔː(r)][ˌmetə'mɔːfəuz, -fəus] , [tuː; tə][hæv; həv][ə'nʌðə(r)] [fɔːm] [ɔː(r)][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] .

or	metamorphosed	,	to	have	another	form	or	composition	.
或者	变态	,	到	有	其他	形式	或者	作品	.

或者发生变质，具有另一种形式或组成。

['kɒntækt] - [ˌmetə'mɔːfəuz, -fəus] [rɒks] , [ɪn] [spaɪt] [ɒv; əv][ðə; ði]['dæmɪdʒ] [ðeɪ] [hæv; həv] ['sʌfəd] , [meɪ]

Contact	-	metamorphosed	rocks	,	in	spite	of	the	damage	they	have	suffered	,	may
接触	-	变态	岩石	,	在	尽管如此	的	这	损害	他们	有	遭受	,	可能

[kən'teɪn]['rekəgnaɪzəbl; ˌrekəg'naɪzəbl][ænd; ənd] ['ækjərətli] ['deɪtəbl] ['fɒslz] .

contain	recognizable	and	accurately	datable	fossils	.
包含	可识别的	和	准确	可确定日期	化石	.

接触变质岩虽然遭受了破坏，但可能含有可辨认且可准确测定年代的化石。

[ˌðeə'baɪ] [ðə; ði] [ˌmetə'mɔːfɪk] [rɒk] [ɪ'stæblɪʃɪz] [ə; eɪ]['ləʊə(r)]['lɪmɪt][fɔː(r); fə(r)][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði]

Thereby	the	metamorphic	rock	establishes	a	lower	limit	for	the	age	of	the
从而	这	变质作用	岩石	建立	一个	降低	限制	为了	这	年龄	的	这

[ɪn'truːʒ(ə)n] :

intrusion	:
入侵	:

由此，变质岩确定了侵入体年龄的下限：

[ˌaɪ 'tiː][mʌst; məst][biː; bi] ['jʌŋgə] [ðæn; ðən][ðə; ði] ['fɒslz] [ɪn][ðə; ði] ['jʌŋgɪst] [ɒv; əv][ðə; ði] [ˌmetə'mɔːfɪk]

It	must	be	younger	than	the	fossils	in	the	youngest	of	the	metamorphic
它	必须	是	年轻	比	这	化石	在	这	最小的	的	这	变质作用

[rɒks] [ˌaɪ 'tiː] [tʌtʃt] .

rocks	it	touched	.
岩石	它	感动	.

它必定比它所接触的最年轻的变质岩中的化石还要年轻。

[naʊ] [ɒn][tɒp][ɒv; əv][ðə; ði] [ɪn'truːsɪv] [rɒk] , [wiː; wi] [meɪ] [faɪnd][ə'nʌðə(r)] [ˌsedɪ'mentri] [rɒk] ,

Now	on	top	of	the	intrusive	rock	,	we	may	find	another	sedimentary	rock	,
现在	在	顶部	的	这	侵入性的	岩石	,	我们	可能	寻找	其他	沉积	岩石	,

现在，在这片侵入岩之上，我们可能会发现另一层沉积岩。

[dɪ'pɒzɪtɪd] [ɒn][tɒp][ɒv; əv][ðə; ði] [ɪn'truːsɪv] ['ɑːftə(r)][ˌaɪ 'tiː] [kuːld] [ænd; ənd][wɒz; wəz][ɪk'spəʊzd][baɪ][ðə; ði]

deposited	on	top	of	the	intrusive	after	it	cooled	and	was	exposed	by	the
已存	在	顶部	的	这	侵入性的	后	它	冷却	和	曾是	裸露	经过	这

[ɪ'rəʊʒ(ə)n][ɒv; əv] [ˌəʊvə'laɪɪŋ] [mə'tɪərɪəlz] ,

erosion	of	overlying	materials	,
侵蚀	的	覆盖	材料	,

沉积物是在侵入体冷却后，由于上覆物质的侵蚀而暴露出来之后沉积在其顶部的。

[pə'hæps] [m'ɪliənz] [ɒv; əv] [j'iəz] ['leɪtə(r)] .

perhaps	millions	of	years	later	.
也许	百万	的	年	之后	.

或许数百万年后。

[ðɪs] [njuː] ['sedɪmənt] [meɪ] ['ɔːlsəʊ] [kən'teɪn] ['fɒslz] [ænd; ənd] [ðʌs] ['fɜːnɪʃ] [æn; ən] ['ʌpə(r)] ['lɪmɪt]

This	new	sediment	may	also	contain	fossils	and	thus	furnish	an	upper	limit
这	新的	沉淀	可能	还	包含	化石	和	因此	提供	一个	上	限制

[fɔː(r); fə(r)][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði][ɪn'truːʒ(ə)n] .

for	the	age	of	the	intrusion	.
为了	这	年龄	的	这	入侵	.

这种新沉积物也可能含有化石，因此可以为侵入体的年龄提供上限。

[ðə; ði] ['meʒəd] [eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɪn'truːsɪv] [rɒk] [ðʌs] [kæn; kən][biː; bi] [juːst] [tuː; tə][set] ['ʌpə(r)]

The	measured	age	of	the	intrusive	rock	thus	can	be	used	to	set	upper
这	测量	年龄	的	这	侵入性的	岩石	因此	能	是	用过的	到	放	上

[ænd; ənd]['ləʊə(r)]['lɪmɪts][ɒn][ðə; ði] ['æbsəluːt] ['eɪdʒɪz][ɒv; əv][ðə; ði] [tuː] ['sedəmənt] .

and	lower	limits	on	the	absolute	ages	of	the	two	sediments	.
和	降低	限制	在	这	绝对	年龄	的	这	二	沉积物	.

因此，通过测量侵入岩的年龄，可以确定两种沉积物绝对年龄的上限和下限。

[ɪf] [wiː; wi][ɑː(r); ə(r)] ['lʌki] , [ðə; ði] [tuː] ['sedəmənt] [wɪl] ['brækɪt] [ə; eɪ] ['relətɪvli] [ʃɔːt] ['ɪntəv(ə)l] ,

If	we	are	lucky	,	the	two	sediments	will	bracket	a	relatively	short	interval	,
如果	我们	是	幸运的	,	这	二	沉积物	将要	括号	一个	相对地	短的	间隔	,

如果运气好的话，这两层沉积物之间的时间间隔会相对较短。

['meɪkɪŋ] ['aʊə(r)] ['meʒəmənt] [kwaɪt] [prɪ'saɪs] .

making	our	measurement	quite	precise	.
制作	我们的	测量	相当	精确的	.

这使得我们的测量结果非常精确。

[aɪ'dɪəlaɪzd] [sketʃ] [ɒv; əv][ə; eɪ] ['brækɪtɪd] [ɪn'truːsɪv] .

Idealized	sketch	of	a	bracketed	intrusive	.
理想化的	草图	的	一个	括号	侵入性的	.

带括号的侵入物的理想化草图。

[ðə; ði] ['ɪgniəs] (['məʊltən]) [rɒk] [mʌst; məst][biː; bi] ['jʌŋgə] [ðæn; ðən][ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [rɒk] ([ə; eɪ]

The	igneous	(	molten	)	rock	must	be	younger	than	the	sedimentary	rock	(	A
这	火成岩	(	熔融的	)	岩石	必须	是	年轻	比	这	沉积	岩石	(	一个

) [ˌaɪ 'tiː] [in'truːd] ,

)	it	intrudes	,
)	它	入侵	,

侵入的火成岩（熔融岩）必定比它所侵入的沉积岩（A）年轻，

[ænd; ənd]['əʊldə][ðæn; ðən][ðə; ði] [rɒk] ([biː]) [ðæt] [,əʊvə'lai][ˌaɪ 'tiː] .

and	older	than	the	rock	(	B	)	that	overlies	it	.
和	老	比	这	岩石	(	B	)	那	上层	它	.

并且比覆盖在其上的岩石（B）更古老。

[ðə; ði] ['relətɪv] [eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [bedz][ɪz] [nəʊn] [frɒm; frəm][ðeə(r)] ['fɒslz] . -

The	relative	age	of	the	sedimentary	beds	is	known	from	their	fossils	.	46
这	相对的	年龄	的	这	沉积	床	是	已知	从	他们的	化石	.	-

沉积层的相对年龄可以通过其化石来确定。46

[fæk'sɪməli] ['ri:prɪnt; ˌri:'prɪnt] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['feɪməs] [taɪm] [skeɪl] [prə'pəʊzd] [baɪ] ['ɑ:θə(r)] [həʊmz] [ɪn] - .

Facsimile	**reprint**	**of**	**the**	**famous**	**time**	**scale**	**proposed**	**by**	**Arthur**	**Holmes**	**in**	**1959**	**.**
传真	重印	的	这	著名的	时间	规模	建议的	经过	亚瑟	福尔摩斯	在	-	.

这是亚瑟·霍姆斯于 1959 年提出的著名时间尺度的影印版。

[taɪm] - [skeɪl] [ɪn] [m'ɪliənz] [ɒv; əv] [j'iəz]

Time	**-**	**scale**	**in**	**millions**	**of**	**years**
时间	-	规模	在	百万	的	年

时间尺度以百万年为单位

[pɪərɪədz] [sɪns] [bɪ'gɪnɪŋ] [ɒv; əv] ['pɪəriəd] [dju'reɪʃn] [ɒv; əv] ['pɪəriəd]

PERIODS	**Since**	**beginning**	**of**	**period**	**Duration**	**of**	**period**
时期	自从	开始	的	时期	期间	的	时期

期间 自期间开始 期间持续时间

['plaɪstəˌsi:n] ['sɜ:kə] [wʌn]

PLEISTOCENE	**ca**	**1**
更新世	ca	1

更新世约1世纪

. . . . ['sɜ:kə] [wʌn] . . . .

. . . .	**ca**	**1**	**. . . .**
. . . .	ca	1	. . . .

大约1.....

['plaɪəˌsi:n] - . . . . - . . . .

PLIOCENE	**10**	**. . . .**	**11**	**. . . .**
上新世	-	. . . .	-	. . . .

上新世 10.... 11....

['maɪəsi:n] - . . . . - . . . .

MIOCENE	**14**	**. . . .**	**25**	**. . . .**
中新世	-	. . . .	-	. . . .

中新世 14.... 25....

[ɒ'lɪgəʊˌsi:n] - . . . . - . . . .

OLIGOCENE	**15**	**. . . .**	**40**	**. . . .**
渐新世	-	. . . .	-	. . . .

渐新世 15.... 40 ....

['i:əʊˌsi:n] - . . . . - . . . .

EOCENE	**20**	**. . . .**	**60**	**. . . .**
始新世	-	. . . .	-	. . . .

始新世 20.... 60....

['peɪliəʊsi:n] - . . . . - ± [ˌtu:'tu:] . . . .

PALEOCENE	**10**	**. . . .**	**70**	**±**	**2**	**. . . .**
古新世	-	. . . .	-	±	2	. . . .

古新世 10.... 70 ± 2 ....

['ʌpə(r)] }

Upper	**}**
上	}

上部 }

[krɪ'teɪʃəs] -

CRETACEOUS	**65**
白垩纪	-

白垩纪 65

['ləʊə(r)] } . . . . - ± [faɪv] . . . .

Lower	**}**	**. . . .**	**135**	**±**	**5**	**. . . .**
降低	}	. . . .	-	±	5	. . . .

下限 }.... 135 ± 5 ....

['ʌpə(r)] }
Upper }
上 }

上部 }

[dʒʊ'ræsɪk] -
JURASSIC 45
侏罗纪 -

侏罗纪 45

[mɪd] . & ['ləʊə(r)] } . . . . 180± [faɪv] . . . .
Mid . & Lower } . . . . 180± 5 . . . .
中 . & 降低 } . . . . 180± 5 . . . .

中下部 }.... 180± 5 ....

[traɪ'æsɪk] - . . . . - ± [faɪv] . . . .
TRIASSIC 45 . . . . 225 ± 5 . . . .
三叠纪 - . . . . - ± 5 . . . .

三叠纪 45.... 225 ± 5 ....

['pɜ:mɪən] - . . . . - ± [faɪv] . . . .
PERMIAN 45 . . . . 270 ± 5 . . . .
二叠纪 - . . . . - ± 5 . . . .

二叠纪 45.... 270 ± 5 ....

['ʌpə(r)] }
Upper }
上 }

上部 }

[ˌkɑ:bə'nɪfərəs] -
CARBONIFEROUS 80
石炭纪 -

石炭纪 80

['ləʊə(r)] } . . . . - ± - . . . .
Lower } . . . . 350 ± 10 . . . .
降低 } . . . . - ± - . . . .

下限 }.... 350 ± 10 ....

['ʌpə(r)] }
Upper }
上 }

上部 }

[də'vəʊniən] -
DEVONIAN 50
泥盆纪 -

泥盆纪 50

['ləʊə(r)] } . . . . - ± - . . . .
Lower } . . . . 400 ± 10 . . . .
降低 } . . . . - ± - . . . .

下限 }.... 400 ± 10 ....

[saɪ'ljʊərɪən; sɪ-] - . . . . - ± - . . . .
SILURIAN 40 . . . . 440 ± 10 . . . .
志留纪 - . . . . - ± - . . . .

志留纪 40.... 440 ± 10 ....

[ˌɔ:dəʊ'vɪʃɪən] - . . . . - ± - . . . .
ORDOVICIAN 60 . . . . 500 ± 15 . . . .
奥陶纪 - . . . . - ± - . . . .

奥陶纪 60.... 500 ± 15 ....

['kæmbriən] - . . . . - ± - . . . . -
CAMBRIAN 100 . . . . 600 ± 20 47
寒武纪 - . . . . - ± - . . . . -

寒武纪 100.... 600 ± 20 47

['juːzɪŋ] ['meʒəm(ə)nts] [meɪd] [ɪn] ['meni] ['læbrətɔːriz] , [ænd; ənd] [ɪn'tɜːrpəleɪtɪŋ] [bɪ'twiːn] [ðem; ðəm]
Using measurements made in many laboratories , and interpolating between them
使用 测量 制成 在 许多 实验室 , 和 插值 之间 他们
[baɪ]['juːzɪŋ][ðə; ði] ['relətɪv] ['θɪknəs] [ɒv; əv] ['sedəmənt] ,
by using the relative thicknesses of sediments ,
经过 使用 这 相对的 厚度 的 沉积物 ,

利用多个实验室的测量数据，并根据沉积物的相对厚度进行插值，

[ðə; ði] [greɪt] ['brɪtɪʃ] [dʒi'ɒlədʒɪst] , ['ɑːθə(r)] [həʊmz] , [ɪ'stæblɪʃt] [ðə; ði][taɪm] [skeɪl] [ðæt] [ɪz][ɪn]
the great British geologist , Arthur Holmes , established the time scale that is in
这 伟大的 英国 地质学家 , 亚瑟 福尔摩斯 , 已确立的 这 时间 规模 那 是 在
['dʒen(ə)rəl][juːz] [tə'deɪ] .
general use today .
一般的 使用 今天 .

英国伟大的地质学家亚瑟·霍姆斯建立了今天普遍使用的时间尺度。

[hɪz; ɪz][ə'rɪdʒən(ə)l] [skeɪl] [ɪz] [ʃəʊn] [ɒn][ðə; ði] [prɪ'siːdɪŋ] [peɪdʒ] .
His original scale is shown on the preceding page .
他的 原来的 规模 是 所示 在 这 前 页 .

他的原始音阶显示在前一页。

[smɔːl] ['tʃeɪndʒɪz][kæn; kən][biː; bi][ɪk'spektɪd][tuː; tə][biː; bi] [meɪd] [ɪn] [ðɪs] [skeɪl] [frɒm; frəm][taɪm][tuː; tə]
Small changes can be expected to be made in this scale from time to
小的 变化 能 是 预期的 到 是 制成 在 这 规模 从 时间 到
[taɪm] ,
time ,
时间 ,

在这个范围内，不时可能会进行一些小的调整。

[bʌt; bət]['meɪdʒə(r)] [ˌɔːltə'reiʃəns] [ɑː(r); ə(r)][nɒt] ['laɪkli] ,
but major alterations are not likely ,
但 主要的 变化 是 不是 可能 ,

但不太可能发生重大改变。

[ɪk'sept] [pə'hæps] [ɪn][ðə; ði]['kæmbriən] ['iːpɒk] [weə(r)] [ðə; ði]['prez(ə)nt]['deɪtə][ɑː(r); ə(r)][ˌʌnrɪ'laɪəb(ə)l]
except perhaps in the Cambrian Epoch where the present data are unreliable
除了 也许 在 这 寒武纪 时代 在哪里 这 展示 数据 是 不可靠的
[bɪ'kəz; bɪ'kɒz] [ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)][nɒt] [kəm'pliːt] .
because they are not complete .
因为 他们 是 不是 完全的 .

或许只有寒武纪时期的数据不可靠，因为这些数据并不完整。

([ə; eɪ] [skeɪl] ['ʃəʊɪŋ] [ðə; ði] ['ɛpɒkz] [ɔː(r)][pɪərɪədz][æz; əz]['ɒf(ə)n]['gɪv(ə)n] [naʊ] [ɪz][ɒn][peɪdʒ][fɔːr] .)
(A scale showing the epochs or periods as often given now is on page 4 .)
(一个 规模 显示 这 纪元 或者 时期 作为 经常 给定 现在 是 在 页 4 .)

（第 4 页上有一个显示现今常用时代或时期划分的图表。）

[priː'kæmbriən] [strə'tɪgrəfi]
Precambrian Stratigraphy
前寒武纪 地层学

前寒武纪地层学

[səʊ][fɑː(r)][wiː; wi][hæv; həv] [tɔːkt] ['əʊnli][ə'baʊt] [rɒks] [ðæt] [ɑː(r); ə(r)][ɒv; əv][ðə; ði]['kæmbriən] ['iːpɒk] [ɔː(r)]

So	far	we	have	talked	only	about	rocks	that	are	of	the	Cambrian	Epoch	or
所以	远的	我们	有	谈话	仅有的	关于	岩石	那	是	的	这	寒武纪	时代	或者

['jʌŋgə] — [rɒks] [ðæt] [meɪ] [kən'teɪn] ['fɒslz] .

younger	—	rocks	that	may	contain	fossils	.
年轻	—	岩石	那	可能	包含	化石	.

到目前为止，我们只讨论了寒武纪或更晚时期的岩石——可能含有化石的岩石。

[jet] [ðeə(r)][ɑː(r); ə(r)][vɑːst]['eəriəz] ([məʊst][ɒv; əv]['kænədə] ,

Yet	there	are	vast	areas	(	most	of	Canada	,
然而	那里	是	广阔的	区域	(	最多	的	加拿大	,

然而，还有大片地区（加拿大大部分地区），

[fɔː(r); fə(r)][ɪg'zɑːmp(ə)l]) [ðæt] [ɑː(r); ə(r)] ['kʌvəd] [wɪð] [rɒks] ['əʊldə][ðæn; ðən][ðə; ði]['kæmbriən]

for	example	)	that	are	covered	with	rocks	older	than	the	Cambrian
为了	例子	)	那	是	涵盖	和	岩石	老	比	这	寒武纪

[fɔː'meɪʃ(ə)n] .

formation	.
形成	.

例如）被比寒武纪地层更古老的岩石覆盖。

[sʌm; səm][priː'kæmbriən] ['fɒslz] [hæv; həv] [biːn] [faʊnd] ,

Some	Precambrian	fossils	have	been	found	,
一些	前寒武纪	化石	有	到过	成立	,

已经发现了一些前寒武纪化石，

[bʌt; bət] [ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)][səʊ][reə(r)] [ðæt] [ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)] ['juːsləs] [fɔː(r); fə(r)] ['deɪtɪŋ] [ðə; ði]['strɑːtə]

but	they	are	so	rare	that	they	are	useless	for	dating	the	strata
但	他们	是	所以	稀有的	那	他们	是	无用	为了	约会	这	地层

[kən'teɪnɪŋ] [ðem; ðəm] .

containing	them	.
包含	他们	.

但它们非常罕见，因此对测定含有它们的地层的年代毫无用处。

[lɒŋ] - [reɪndʒ] [ˌkɒrə'leɪʃ(ə)n] [ɒv; əv] [priː'kæmbriən] [rɒks] [mʌst; məst][rɪ'laɪ][ɒn]['njuːkliə(r)] ['meʒəm(ə)nts] .

Long	-	range	correlation	of	Precambrian	rocks	must	rely	on	nuclear	measurements	.
长的	-	范围	相关性	的	前寒武纪	岩石	必须	依靠	在	核	测量	.

前寒武纪岩石的长距离对比必须依靠核测量。

['ðeəfɔː(r)] [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [biːn] ['əʊnli][ɪn][ðə; ði][lɑːst]['dʌz(ə)n][ɔː(r)][səʊ] [j'iəz] [ðæt] [sʌm; səm]['ɔːdə(r)]

Therefore	it	has	been	only	in	the	last	dozen	or	so	years	that	some	order
所以	它	有	到过	仅有的	在	这	最后的	打	或者	所以	年	那	一些	命令

[kʊd; kəd][biː; bi] [ɪ'stæblɪʃt] [fɔː(r); fə(r)][ðə; ði][priː'kæmbriən] [rɒk] ['siːkwənsɪz] .

could	be	established	for	the	Precambrian	rock	sequences	.
可以	是	已确立的	为了	这	前寒武纪	岩石	序列	.

因此，直到最近十几年，人们才得以对前寒武纪岩层序列进行一些排序。

[ðə; ði] [ɪ'læbərət] [priː'kæmbriən] ([ə'rendʒmənts] [ɒv; əv]['strɑːtə][ɪn] ['siːkwəns])

The	elaborate	Precambrian	stratigraphies	(	arrangements	of	strata	in	sequence	)
这	精心制作的	前寒武纪	地层学	(	安排	的	地层	在	顺序	)

[prə'pəʊzd] [ɪn][ðə; ði][pɑːst] ,

proposed	in	the	past	,
建议的	在	这	过去的	,

过去提出的复杂的寒武纪前地层学（地层按顺序排列）

[məʊst][ɒv; əv][ðem; ðəm] [beɪst] [ɒn] [ˌsuːpə'fɪʃ(ə)l] [sɪmə'lærətɪz][ɒv; əv][ðə; ði] [rɒks] [ɪn][wʌn] [pleɪs] [tuː; tə]

most	of	them	based	on	superficial	similarities	of	the	rocks	in	one	place	to
最多	的	他们	基于	在	浅	相似之处	的	这	岩石	在	一	地方	到

[ðəʊz] [ɪn] [ə'nʌðə(r)] [pleɪs] ,

those	in	another	place	,
那些	在	其他	地方	,

其中大多数是基于不同地点岩石的表面相似性而得出的结论。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第3/3页

[naʊ] [hæv; həv] [biːn] ['dræstɪkli; 'drɑːstɪkli] ['ɔːltəd] [ænd; ənd][ɪn][sʌm; səm][keɪsɪz] [kəm'pliːtli] [ˌəʊvə'tɜːnd]
now **have** **been** **drastically** **altered** **and** **in** **some** **cases** **completely** **overturned**
现在 有 到过 急剧地 已修改 和 在 一些 案例 完全地 翻覆
[baɪ]['njuːkliə(r)] ['meʒəm(ə)nts] .
by **nuclear** **measurements** **.**
经过 核 测量 .

现在，核测量结果已经发生了巨大的改变，在某些情况下甚至完全推翻了之前的结论。

[wiː; wi][ɑː(r); ə(r)] [stɪl] [fɑː(r)][frɒm; frəm] [ˌʌndə'stændɪŋ] [ðə; ði] ['siːkwəns] [ɒv; əv][ɔːl][ðə; ði] [ɪ'vents] [ɪn] [ðæt]
We **are** **still** **far** **from** **understanding** **the** **sequence** **of** **all** **the** **events** **in** **that**
我们 是 仍然 远的 从 理解 这 顺序 的 全部 这 活动 在 那
[vɑːst][spæn][ɒv; əv][taɪm][wiː; wi][kɔːl][ðə; ði][priː'kæmbriən] .
vast **span** **of** **time** **we** **call** **the** **Precambrian** **.**
广阔的 跨度 的 时间 我们 称呼 这 前寒武纪 .

我们距离了解前寒武纪那漫长历史时期中所有事件的顺序还很遥远。

['meni] [θ'aʊzəndz] [ɒv; əv]['njuːkliə(r)][eɪdʒ] [diˌteːmi'neiʃənz] [wɪl] [hæv; həv][tuː; tə][biː; bi] [meɪd] [tuː; tə]
Many **thousands** **of** **nuclear** **age** **determinations** **will** **have** **to** **be** **made** **to**
许多 数千 的 核 年龄 决定 将要 有 到 是 制成 到
['laɪtn] [ðə; ði][dɑːk] ['kɔːnəs] [ɒv; əv]['aʊə(r)] ['ɪgnərəns] .
lighten **the** **dark** **corners** **of** **our** **ignorance** **.**
减轻 这 黑暗的 角落 的 我们的 无知 .

要揭开我们无知的黑暗角落，就必须进行成千上万次的核年龄鉴定。

['fəʊldɪd]['strɑːtə][ɒv; əv][priː'kæmbriən] [rɒks] , [ɪn'kluːdɪŋ] ['laɪmsteʊn] [ænd; ənd] [ʃeɪlz] , [ɪn]['glæsiə(r)]
Folded **strata** **of** **Precambrian** **rocks** **,** **including** **limestones** **and** **shales** **,** **in** **Glacier**
折叠 地层 的 前寒武纪 岩石 , 包括 石灰石 和 页岩 , 在 冰川
['næʃ(ə)nəl] [pɑːk] , [mɒn'tænə] . -
National **Park** **,** **Montana** **.** **48**
国家的 公园 , 蒙大拿 . -

蒙大拿州冰川国家公园的前寒武纪岩层褶皱，包括石灰岩和页岩。48

[ænd; ənd] [weə(r)] [duː; də][wiː; wi][gəʊ][frɒm; frəm][hɪə(r)] ?
AND **WHERE** **DO** **WE** **GO** **FROM** **HERE** **?**
和 在哪里 做 我们 去 从 这里 ?

接下来我们该何去何从?

[pə'hæps] [wiː; wi][mʌst; məst][fɜːst] ['riːəlaɪz] [ðæt] [wiː; wi] ['riːəli] ['hævnt] [kʌm] ['veri] [fɑː(r)] [jet] .
Perhaps **we** **must** **first** **realize** **that** **we** **really** **haven't** **come** **very** **far** **yet** **.**
也许 我们 必须 第一的 意识到 那 我们 真的 还没有 来 非常 远的 然而 .

或许我们首先应该意识到，我们其实还没有走得很远。

['grɑːntɪd] [ðæt] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] [rɒks] [ɪn] ['meni] [pɑːts] [ɒv; əv][ðə; ði] [wɜːld] [ɪz] [naʊ] ['sʌd(ə)nli] [nəʊn]
Granted **that** **the** **age** **of** **rocks** **in** **many** **parts** **of** **the** **world** **is** **now** **suddenly** **known**
的确 那 这 年龄 的 岩石 在 许多 部分 的 这 世界 是 现在 突然 已知
— [ænd; ənd] [ðæt] [ðɪs] [wɒz; wəz][ə; eɪ]['təʊt(ə)l]['mɪst(ə)ri][sʌm; səm]['dʌz(ə)n] [j'iəz] [ə'gəʊ] .
— **and** **that** **this** **was** **a** **total** **mystery** **some** **dozen** **years** **ago** **.**
— 和 那 这 曾是 一个 全部的 神秘 一些 打 年 前 .

诚然，世界许多地方岩石的年龄现在突然为人所知——而这在十几年前还是一个完全的谜。

['grɑːntɪd] [ðæt] [ɪ'nɔːməs] [straɪdz] ['fɔːwəd] [hæv; həv] [biːn] [meɪd] .
Granted **that** **enormous** **strides** **forward** **have** **been** **made** **.**
的确 那 巨大的 步幅 向前 有 到过 制成 .

诚然，已经取得了巨大的进步。

[ɪts] ['əʊnli][ə; eɪ] [bɪ'gɪnɪŋ] .

It's	only	a	beginning	.
它是	仅有的	一个	开始	.

这仅仅是个开始。

[vɑːst]['eəriəz][ɒv; əv][ðə; ði] [wɜːld] [ɑː(r); ə(r)] [stɪl] [ˌdʒiːə'lɒdʒɪkli] [ˌʌnɪk'splɔːd] .

Vast	areas	of	the	world	are	still	geologically	unexplored	.
广阔的	区域	的	这	世界	是	仍然	地质学	未探索的	.

世界上还有大片地区的地质情况尚未被探索。

[ðə; ði][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk][taɪm] [skeɪl] [ɪz] [stɪl] ['frægmənt(ə)ri][ænd; ənd] [kruːd] .

The	geologic	time	scale	is	still	fragmentary	and	crude	.
这	地质	时间	规模	是	仍然	片段	和	原油	.

地质年代尺度仍然零散且粗略。

[θ'aʊzəndz] [ɒv; əv][ɪm'pɔːt(ə)nt][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] ['kwestʃənz] [rɪ'meɪn] [tuː; tə][biː; bi] [dɪ'faɪnd] , [ɪk'splɔːrd] ,

Thousands	of	important	geologic	questions	remain	to	be	defined	,	explored	,
数千	的	重要的	地质	问题	保持	到	是	定义	,	探索	,

[ænd; ənd] ['ɑːnsə(r)d] [baɪ]['njuːkliə(r)][eɪdʒ] [dɪˌtɜːmɪ'neɪʃ(ə)n] .

and	answered	by	nuclear	age	determination	.
和	回答	经过	核	年龄	决心	.

数以千计的重要地质问题仍有待通过核年龄测定来确定、探索和解答。

[ænd; ənd] — [æz; əz][ɪz][ɪn'evɪtəb(ə)l][ɪn] ['saɪəns] — ['meni] [ɒv; əv][ðem; ðəm] [wɪl] [liːd] [tuː; tə] [njuː]

And	—	as	is	inevitable	in	science	—	many	of	them	will	lead	to	new
和	—	作为	是	不可避免的	在	科学	—	许多	的	他们	将要	带领	到	新的

['kwestʃənz] .

questions	.
问题	.

而且——正如科学中不可避免的那样——其中许多问题会引出新的问题。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [ə'pærənt] [ðæt] ['deɪtɪŋ] [tek'niːks] [hæv; həv] ['beəli] [bɪ'gʌn] [tuː; tə][biː; bi] [juːst] [ænd; ənd]

It	is	apparent	that	dating	techniques	have	barely	begun	to	be	used	and
它	是	明显	那	约会	技术	有	仅仅	开始	到	是	用过的	和

[ˌʌndə'stʊd] [baɪ][dʒɪ'ɔlədʒɪsts] .

understood	by	geologists	.
理解	经过	地质学家	.

显然，地质学家对年代测定技术的使用和理解才刚刚起步。

[bʌt; bət][ə'pɑːt][frɒm; frəm][ˌdʒɪ'ɔlədʒɪk] [wɜːk] , [wɒt] [els] [ɪz][ɪn][stɔː(r)] ?

But	apart	from	geologic	work	,	what	else	is	in	store	?
但	除	从	地质	工作	,	什么	别的	是	在	店铺	?

除了地质勘探工作之外，还有哪些工作要做呢?

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə] [prɪ'dɪkt] ,

It	is	difficult	to	predict	,
它	是	难的	到	预测	,

很难预测，

[bʌt; bət] ['prɒbəbli] [ðə; ði][məʊst][ɪm'pɔːt(ə)nt] [əd'vɑːns] [ɪn][ðə; ði][nekst] ['dekeɪd] [ɔː(r)] [tuː] [wɪl] [kʌm]

but	probably	the	most	important	advance	in	the	next	decade	or	two	will	come
但	大概	这	最多	重要的	进步	在	这	下一个	十年	或者	二	将要	来

[wen] [wiː; wi][əb'teɪn] ['sæmpl] [ɒv; əv] [rɒk] [frɒm; frəm][ðə; ði] [muːn] .

when	we	obtain	samples	of	rock	from	the	moon	.
什么时候	我们	获得	样品	的	岩石	从	这	月亮	.

但未来一二十年内最重要的进展可能来自于我们获得月球岩石样本之时。

[wɪl] [ðeə(r)][biː; bi] [jʌŋ] [rɒks] [ðeə(r)][ɔː(r)] [wɪl] [ðeɪ] [ɔːl][biː; bi] - ['mɪljən] [j'iəz] [əʊld] ?

Will	there	be	young	rocks	there	or	will	they	all	be	4550	million	years	old	?
将要	那里	是	年轻的	岩石	那里	或者	将要	他们	全部	是	-	百万	年	老的	?

那里会有年轻的岩石吗？还是它们都已有 45.5 亿年的历史?

[ɔː(r)] [wɪl] [ðeɪ] [pə'hæps] [biː; bi][sʌm; səm]['ʌðə(r)][eɪdʒ] ?

Or	will	they	perhaps	be	some	other	age	?
或者	将要	他们	也许	是	一些	其他	年龄	?

或者他们会是其他年龄段的人?

[ðə; ði]['kemɪk(ə)l] [ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] [ænd; ənd]['njuːkliə(r)]['eɪdʒɪz][ɒv; əv][ðə; ði][fɜːst] [muːn] ['sæmpl] [wɪl]

The	chemical	composition	and	nuclear	ages	of	the	first	moon	samples	will
这	化学	作品	和	核	年龄	的	这	第一的	月亮	样品	将要

['prɒbəbli] [biː; bi][ðə; ði][məʊst][ɪm'pɔːt(ə)nt] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [wiː; wi][kæn; kən][həʊp][tuː; tə][əb'teɪn][frɒm; frəm]

probably	be	the	most	important	information	we	can	hope	to	obtain	from
大概	是	这	最多	重要的	信息	我们	能	希望	到	获得	从

[ðem; ðəm] .

them	.
他们	.

第一批月球样本的化学成分和核年龄可能是我们希望从中获得的最重要的信息。

[ðiːz] [rɪ'zʌlts] [frɒm; frəm][ðə; ði] [muːn] [wɪl] [kən'trɪbjuːt] [ɪ'nɔːməsli] [tuː; tə]['aʊə(r)] [ˌʌndə'stændɪŋ]

These	results	from	the	moon	will	contribute	enormously	to	our	understanding
这些	结果	从	这	月亮	将要	贡献	非常	到	我们的	理解

[ɒv; əv][ðə; ði] ['prəʊsesɪz] [ðæt] [fɔːmd] [ðə; ði] [ɜːθ] ,

of	the	processes	that	formed	the	earth	,
的	这	流程	那	形成	这	地球	,

来自月球的这些研究成果将极大地增进我们对地球形成过程的理解。

[meɪd] [ðə; ði] ['kɒntɪnənts] , [ænd; ənd] [dɪ'tɜːmɪnd] [ðə; ði]['meɪdʒə(r)] ['fiːtʃəz] [ɒv; əv]['aʊə(r)] [wɜːld] .

made	the	continents	,	and	determined	the	major	features	of	our	world	.
制成	这	各大洲	,	和	决定	这	主要的	特征	的	我们的	世界	.

造就了各大洲，并决定了我们世界的主要特征。

[wiː; wi][hæv; həv][ə; eɪ] [lɒŋ] [weɪ] [tuː; tə][gəʊ] . -

We	have	a	long	way	to	go	.	49
我们	有	一个	长的	方式	到	去	.	-

我们还有很长的路要走。49

['glɒsəri]

GLOSSARY
词汇表

词汇表

['iːən; 'iːɒn][wʌn] ['bɪljən] (-) [j'iəz] .

AEON	One	billion	(	10^9	)	years	.
永世	一	十亿	(	-	)	年	.

永世 十亿（10^9）年。

['ælfə] [dɪ'keɪ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [wɪð] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][æn; ən] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)l] .

ALPHA	DECAY	Radioactive	decay	with	emission	of	an	alpha	particle	.
阿尔法	衰变	放射性	衰变	和	排放	的	一个	阿尔法	粒子	.

α衰变：放射性衰变并释放α粒子。

['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)l] [ɪ'senʃəli] [ðə; ði]['njuːkliəs][ɒv; əv] ['hiːliəm] ,

ALPHA	PARTICLE	Essentially	the	nucleus	of	helium	,
阿尔法	粒子	本质上	这	核	的	氦	,

α粒子本质上是氦原子核，

[kəm'pəʊzd] [ɒv; əv] [tuː] ['njuːtrɔnz] [ænd; ənd] [tuː] ['prəʊˌtɔnz] [wɪð] ['dʌb(ə)l] ['pɒzətɪv] [tʃɑːdʒ] .

composed	of	two	neutrons	and	two	protons	with	double	positive	charge	.
由	的	二	中子	和	二	质子	和	双倍的	积极的	收费	.

由两个中子和两个质子组成，带双正电荷。

[ˌæntɪkəʊ'ɪnsɪdəns] [rɪŋ]

ANTICOINCIDENCE	RING
反巧合	戒指

防撞戒指

[ə; eɪ] [rɪŋ] [ɒv; əv] ['kaʊntər] [kə'nektɪd] [tu:; tə] [ɪk'sklu:d] [ˌaʊt'saɪd] [ˌreɪdi'eɪʃn] .

A	ring	of	counters	connected	to	exclude	outside	radiation	.
一个	戒指	的	计数器	连接	到	排除	外部	辐射	.

一圈计数器连接在一起，用于隔绝外部辐射。

['bækgraʊnd] [kaʊnt] [ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['ɪmpʌls] [pə(r)]['ju:nɪt][taɪm] ['redʒɪstəd] [ɒn][ə; eɪ]

BACKGROUND	COUNT	The	number	of	impulses	per	unit	time	registered	on	a
背景	数数	这	数字	的	冲动	每	单元	时间	挂号的	在	一个

['kaʊntɪŋ] ['ɪnstrəmənt] [wen] [nəʊ]['sɑ:mp(ə)l][ɪz]['prez(ə)nt] .

counting	instrument	when	no	sample	is	present	.
计数	乐器	什么时候	不	样本	是	展示	.

背景计数 当没有样品存在时，计数仪器每单位时间内记录的脉冲数。

['bi:tə] [dɪ'keɪ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [wɪð] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ə; eɪ]['bi:tə]['pɑ:tɪk(ə)l] .

BETA	DECAY	Radioactive	decay	with	emission	of	a	beta	particle	.
测试版	衰变	放射性	衰变	和	排放	的	一个	测试版	粒子	.

β衰变：放射性衰变并释放β粒子。

['bi:tə] ['pɑ:tɪk(ə)l]

BETA	PARTICLE
测试版	粒子

β粒子

[æn; ən] [ɪ'lektrɒn] [i'mɪtɪd] [baɪ][ə; eɪ]['nju:kliəs] .

An	electron	emitted	by	a	nucleus	.
一个	电子	发射	经过	一个	核	.

原子核发射出的电子。

['brækɪtɪd] [ɪn'tru:sɪv] ['ɪgniəs] [rɒk] [ɪk'stendɪŋ] ['ɪntu:] [ˌsedɪ'mentri] [rɒks] [ðæt] [ɑ:(r); ə(r)] ['deɪtəbl]

BRACKETED	INTRUSIVE	Igneous	rock	extending	into	sedimentary	rocks	that	are	datable
括号	侵入性的	火成岩	岩石	扩展	进入	沉积	岩石	那	是	可确定日期

[baɪ][ðeə(r)] ['fɒslz] .

by	their	fossils	.
经过	他们的	化石	.

带括号的侵入岩：延伸到沉积岩中的火成岩，可以通过化石确定年代。

[kləʊzd] ['sɪstəm] [ə; eɪ] ['sɪstəm] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði]['peərənt][mə'tɪəriəl][ˌreɪdioʊ'æktɪvli] [di'kei] ['ɪntu:][ɪts]

CLOSED	SYSTEM	A	system	in	which	the	parent	material	radioactively	decays	into	its
关闭	系统	一个	系统	在	哪个	这	父母	材料	放射性	衰变	进入	它是

['dɔ:tə(r)] ['prɒdʌkts] [ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ɔ:(r)] [rɪ'mu:vd] .

daughter	products	and	nothing	is	added	or	removed	.
女儿	产品	和	没有什么	是	额外	或者	已移除	.

封闭系统：母体物质放射性衰变为子体物质，且不添加或移除任何物质的系统。

['kɒmən] (['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] , [li:d] , [ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə] .)

COMMON	(	strontium	,	lead	,	etc	.	)
常见的	(	锶	,	带领	,	ETC	.	)

常见元素（锶、铅等）

[ðə; ði]['ɔ:d(ə)n(ə)ri] ['elɪmənt] ['prez(ə)nt][ɪn]['neɪtʃə(r)][æt; ət]['eni][wʌn][taɪm][æz; əz] [dɪ'stɪŋgwɪʃt] [frɒm; frəm]

The	ordinary	element	present	in	nature	at	any	one	time	as	distinguished	from
这	普通的	元素	展示	在	自然	在	任何	一	时间	作为	杰出的	从

[ðæt] [prə'dju:st] [baɪ][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .

that	produced	by	radioactive	decay	.
那	生产	经过	放射性	衰变	.

自然界中某一时刻存在的普通元素，与放射性衰变产生的元素不同。

['kɔŋkɔ:diə] [ə'næləsɪs] [ə; eɪ][ˌmæθə'mætɪk(ə)l] [tek'ni:k] [tu:; tə] [dɪ'tɜ:mɪn] ['græfɪkli] [ðə; ði][eɪdʒ]

CONCORDIA	ANALYSIS	A	mathematical	technique	to	determine	graphically	the	age
康考迪亚	分析	一个	数学	技术	到	决定	图形化	这	年龄

[ɒv; əv][ə; eɪ][mə'tɪəriəl] [kən'teɪnɪŋ] [ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [li:d] [baɪ] [kəmp'eəɹɪŋ] [ɪts][ju'reɪniəm] - [tu:; tə] - [li:d]

of	a	material	containing	radiogenic	lead	by	comparing	its	uranium	-	to	-	lead
的	一个	材料	包含	放射成因	带领	经过	比较	它是	铀	-	到	-	带领

['reɪʃiəʊ] [wɪð] [ðə; ði]['sɪmələ(r)]['reɪʃiəʊ][ɪn][ə; eɪ] [kləʊzd] [ju'reɪniəm] - [li:d] ['sɪstəm] .

ratio	with	the	similar	ratio	in	a	closed	uranium	-	lead	system	.
比率	和	这	相似的	比率	在	一个	关闭	铀	-	带领	系统	.

协和分析法是一种数学技术，通过比较含有放射性铅的材料的铀铅比与封闭铀铅系统中的类似比值，以图形方式确定该材料的年龄。

['kɒntækt] [ˌmetə'mɔ:fɪzəm] [ə; eɪ] [ˌmetə'mɔ:fɪzəm] [dʒə'netɪkli] [rɪ'leɪtɪd] [tu:; tə][ðə; ði][ɪn'tru:ʒ(ə)n][ɒv; əv]

CONTACT	METAMORPHISM	A	metamorphism	genetically	related	to	the	intrusion	of
接触	变质	一个	变质	基因	有关的	到	这	入侵	的

['məʊltən] ['mæsɪz] [ɒv; əv] [rɒk] [ænd; ənd] ['teɪkɪŋ] [pleɪs] [æt; ət][ɔ:(r)][nɪə(r)][ðə; ði]['kɒntækt] .

molten	masses	of	rock	and	taking	place	at	or	near	the	contact	.
熔融的	群众	的	岩石	和	采取	地方	在	或者	靠近	这	接触	.

接触变质作用 指与熔融岩体侵入有成因联系，且发生在接触面或接触面附近的变质作用。

['kɒzmɪk] [reɪz] [haɪ] - ['enədʒi] ['pɑ:tɪk(ə)lz] ['mu:vɪŋ] [ɪn]['aʊə(r)]['gæləksi] .

COSMIC	RAYS	High	-	energy	particles	moving	in	our	galaxy	.
宇宙	射线	高的	-	活力	颗粒	移动	在	我们的	星系	.

宇宙射线：在我们银河系中运动的高能粒子。

['krɪst(ə)l] [ə; eɪ][ˌpɪəri'ɒdɪk][ɔ:(r)] ['regjələli] [rɪ'pi:tɪŋ] [ə'reɪndʒmənt] [ɒv; əv]['ætəmz] , [fɔ:md] [frɒm; frəm]

CRYSTAL	A	periodic	or	regularly	repeating	arrangement	of	atoms	,	formed	from
水晶	一个	周期性	或者	经常	重复	安排	的	原子	,	形成	从

[ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l] ['elɪmənt] [ɔ:(r)] ['kɒmpaʊnd] .

a	single	element	or	compound	.
一个	单身的	元素	或者	化合物	.

晶体是由单一元素或化合物构成的原子周期性或规则重复排列的结构。

['dɔ:tə(r)] [ə; eɪ]['nju:klaɪd] [fɔ:md] [frɒm; frəm][ðə; ði][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɒv; əv]['ʌðə(r)]['nju:klaɪd] .

DAUGHTER	A	nuclide	formed	from	the	radioactive	decay	of	another	nuclide	.
女儿	一个	核素	形成	从	这	放射性	衰变	的	其他	核素	.

子核素是由另一种核素放射性衰变形成的核素。

[dɪ'keɪ] ['kɒnstənt] [ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['ætəmz] [dɪ'keɪɪŋ] [pə(r)]['ætəm][pə(r)]['ju:nɪt][ɒv; əv][taɪm] (- .

DECAY	CONSTANT	The	number	of	atoms	decaying	per	atom	per	unit	of	time	(	0	.
衰变	持续的	这	数字	的	原子	腐烂的	每	原子	每	单元	的	时间	(	-	.

- / [hɑ:f] - [laɪf]) .

693	/	half	-	life	)	.
-	/	一半	-	生活	)	.

衰变常数 每单位时间内每个原子衰变的原子数（0.693/半衰期）。

[ɪ'lektrɒn] ['kæptʃə(r)] [ə; eɪ]['nju:kliə(r)]['prəʊses][ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði]['nju:kliəs][ɒv; əv][æn; ən]['ætəm] ['kæptʃəz]

ELECTRON	CAPTURE	A	nuclear	process	in	which	the	nucleus	of	an	atom	captures
电子	捕获	一个	核	过程	在	哪个	这	核	的	一个	原子	捕捉

[æn; ən] [ɪ'lektrɒn] [frɒm; frəm][wʌn][ɒv; əv][ðə; ði]['ɪnə(r)] [ʃelz] . -

an	electron	from	one	of	the	inner	shells	.	50
一个	电子	从	一	的	这	内	贝壳	.	-

电子俘获是指原子核从内层电子壳层俘获一个电子的核过程。50

[ɪ'lektrɑ:nz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑ:tɪk(ə)lz] [wɪð] [ə; eɪ]['ju:nɪt] ['negətɪv] [ɪ'lektrɪk(ə)l] [tʃɑ:dʒ] [ænd; ənd][ə; eɪ] [mæs]

ELECTRONS	Elementary	particles	with	a	unit	negative	electrical	charge	and	a	mass
电子	初级	颗粒	和	一个	单元	消极的	电气	收费	和	一个	大量的

[wʌn] / - [ðæt] [ɒv; əv][ðə; ði]['prəʊtɒn] ,

1	/	1837	that	of	the	proton	,
1	/	-	那	的	这	质子	,

电子是基本粒子，带一个单位负电荷，质量约为质子的1/1837。

[ɔː(r)][naɪn] . - × 10^{-27} [græm] .

or	9	.	12	×	10^{-27}	gram	.
或者	9	.	-	×	10^{-27}	克	.

或 9.12 × 10^{-27} 克。

[ɪ'lektrɑːnz] [sə'raʊnd] [ðə; ði]['æ.təmz] ['pɒzətɪvli] [tʃɑːdʒd] ['nju:kliəs][ænd; ənd] [dɪ'tɜːmɪn] [ðə; ði]['æ.təmz]

Electrons	surround	the	atom's	positively	charged	nucleus	and	determine	the	atom's
电子	环绕	这	原子的	积极地	带电	核	和	决定	这	原子的

['kemɪk(ə)l] ['prɒpətiz] .

chemical	properties	.
化学	特性	.

电子围绕着带正电荷的原子核运动，并决定原子的化学性质。

['gæmə] [reɪz] [ɪˌlektrəʊmæg'netɪk] [ˌreɪdi'eɪʃn] [frɒm; frəm][æn; ən][ə'tɒmɪk]['nju:kliəs] .

GAMMA	RAYS	Electromagnetic	radiation	from	an	atomic	nucleus	.
伽马	射线	电磁	辐射	从	一个	原子	核	.

伽马射线：原子核释放的电磁辐射。

['gaɪgə(r)] ['kaʊntər] ['ɪnstrʊm(ə)nts] [ðæt] [kaʊnt] ['pʌlsɪz] [prə'dju:st] [baɪ][ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti] ,

GEIGER	COUNTERS	Instruments	that	count	pulses	produced	by	radioactivity	,
盖革	计数器	仪器	那	数数	脉冲	生产	经过	放射性	,

盖革计数器，一种用于计数放射性物质产生的脉冲的仪器。

[kən'sɪstɪŋ] [ɒv; əv][ə; eɪ] ['kaʊntɪŋ] [tju:b] [wɪð] [ə; eɪ]['sentrəl] ['waɪə(r)]['ænəʊd] ,

consisting	of	a	counting	tube	with	a	central	wire	anode	,
由	的	一个	计数	管子	和	一个	中央	金属丝	阳极	,

由一个带有中心线阳极的计数管组成，

['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli] [fɪld] [wɪð] [ə; eɪ]['mɪkstʃə(r)][ɒv; əv]['ɑ:gɒn][ænd; ənd][ɔ:'gænɪk]['veɪpə(r)] .

usually	filled	with	a	mixture	of	argon	and	organic	vapor	.
通常	已填	和	一个	混合物	的	氩气	和	有机的	汽	.

通常充满氩气和有机蒸汽的混合物。

[hɑ:f] - [laɪf] [ðə; ði][taɪm] [ˌaɪ 'ti:] [teɪks] [fɔ:(r); fə(r)][hɑ:f][ðə; ði]['ætəmz][ɪn][ə; eɪ][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['sʌbstəns]

HALF	-	LIFE	The	time	it	takes	for	half	the	atoms	in	a	radioactive	substance
一半	-	生活	这	时间	它	需要	为了	一半	这	原子	在	一个	放射性	物质

[tu:; tə] [dɪ'keɪ] .

to	decay	.
到	衰变	.

半衰期 指放射性物质中一半原子发生衰变所需的时间。

['aɪən][æn; ən]['ætəm][ɔ:(r)] ['mɒlɪkju:l] [ðæt] [hæz; həz] [lɒst] [ɔ:(r)] [geɪnd] [wʌn][ɔ:(r)][mɔ:(r)] [ɪ'lektrɑ:nz]

ION	An	atom	or	molecule	that	has	lost	or	gained	one	or	more	electrons
离子	一个	原子	或者	分子	那	有	丢失的	或者	获得	一	或者	更多的	电子

[ænd; ənd][ɪz] [ðʌs] [ɪ'lektrɪkli] [tʃɑ:dʒd] .

and	is	thus	electrically	charged	.
和	是	因此	电气	带电	.

离子：失去或获得一个或多个电子而带电的原子或分子。

['aɪsətəʊp] [daɪ'lu:ʃn; daɪ'lju:ʃn][æn; ən][ˌænə'lɪtɪk(ə)l] [tek'ni:k] [ɪnv'ɒlvɪŋ] [ə'dɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ə; eɪ] [nəʊn]

ISOTOPE	DILUTION	An	analytical	technique	involving	addition	of	a	known
同位素	稀释	一个	分析	技术	涉及	添加	的	一个	已知

[ə'maʊnt] [ɒv; əv][æn; ən][ˌaɪsə'tɒpɪk]['mɪkstʃə(r)][ɒv; əv][æb'nɔ:m(ə)l][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n][tu:; tə][ðə; ði] [ˌʌn'nəʊn]

amount	of	an	isotopic	mixture	of	abnormal	composition	to	the	unknown
数量	的	一个	同位素	混合物	的	异常	作品	到	这	未知

[ə'maʊnt] [ɒv; əv][æn; ən] ['elɪmənt] [ɒv; əv]['nɔ:m(ə)l][ɔ:(r)] [nəʊn] [ˌaɪsə'tɒpɪk][ˌkɒmpə'zɪʃ(ə)n] .

amount	of	an	element	of	normal	or	known	isotopic	composition	.
数量	的	一个	元素	的	普通的	或者	已知	同位素	作品	.

同位素稀释法是一种分析技术，其原理是将已知量的异常同位素混合物添加到未知量的正常或已知同位素组成的元素中。

['aɪsətˌəʊps] ['nju:klaɪd] [ɒv; əv][ðə; ði] [seɪm] [ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)][bʌt; bət] ['dɪfrənt] [ə'tɒmɪk] [weɪt] .

ISOTOPES	Nuclides	of	the	same	atomic	number	but	different	atomic	weight	.
同位素	核素	的	这	相同的	原子	数字	但	不同的	原子	重量	.

同位素：原子序数相同但原子量不同的核素。

['aɪsətˌəʊps][ɒv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n] ['elɪmənt] [hæv; həv][æn; ən][aɪ'dentɪk(ə)l]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz][bʌt; bət]

Isotopes	of	a	given	element	have	an	identical	number	of	protons	but
同位素	的	一个	给定	元素	有	一个	完全相同的	数字	的	质子	但

['dɪfrənt] ['nʌmbəz] [ɒv; əv] ['nju:trɔnz] [ɪn][ðeə(r)]['nju:kliaɪ] .

different	numbers	of	neutrons	in	their	nuclei	.
不同的	数字	的	中子	在	他们的	细胞核	.

同位素是指同一元素的原子核中质子数相同但中子数不同的原子核。

[lɔ:] [ɒv; əv][ˌsu:pəpə'zɪʃn; ˌsju:pəpə'zɪʃn] ['steɪtmənt] [ðæt] [ˌəʊvə'laɪɪŋ] ['strɑ:tə][mʌst; məst][bi:; bi] ['jʌŋgə]

LAW	OF	SUPERPOSITION	Statement	that	overlying	strata	must	be	younger
法律	的	叠加	陈述	那	覆盖	地层	必须	是	年轻

[ðæn; ðən] [ˌʌndə'laɪɪŋ] ['strɑ:tə] [ɪf] [ðeə(r)][hæz; həz] [bi:n] [nəʊ] [ɪn'vɜ:ʃ(ə)n] .

than	underlying	strata	if	there	has	been	no	inversion	.
比	潜在的	地层	如果	那里	有	到过	不	倒置	.

叠置定律：如果没有发生地层反转，则上覆地层必定比下伏地层年轻。

[mæs] [spek'trɒmɪtə(r)]

MASS	SPECTROMETER
大量的	光谱仪

质谱仪

[æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [fɔ:(r); fə(r)] [ˌsepə'reɪʃn] [ænd; ənd] ['meʒəmənt] [ɒv; əv]['aɪsətˌəʊps][baɪ][ðeə(r)] [mæs] .

An	instrument	for	separation	and	measurement	of	isotopes	by	their	mass	.
一个	乐器	为了	分离	和	测量	的	同位素	经过	他们的	大量的	.

一种用于按质量分离和测量同位素的仪器。

[net] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] ['sɑ:mp(ə)l] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] ['maɪnəs] ['bækgraʊnd] ['kaʊntɪŋ] [reɪt] .

NET	COUNTING	RATE	Sample	counting	rate	minus	background	counting	rate	.
网	计数	速度	样本	计数	速度	减	背景	计数	速度	.

净计数率：样本计数率减去背景计数率。

['nju:trɔnz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑ:tɪk(ə)lz][ɪn][ðə; ði]['nju:kliəs] ['hævɪŋ] [nəʊ] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑ:dʒ] [ænd; ənd][ðə; ði]

NEUTRONS	Elementary	particles	in	the	nucleus	having	no	electric	charge	and	the
中子	初级	颗粒	在	这	核	拥有	不	电的	收费	和	这

[mæs] [ɒv; əv][wʌn][ə'tɒmɪk] [mæs] ['ju:nɪt] .

mass	of	one	atomic	mass	unit	.
大量的	的	一	原子	大量的	单元	.

中子是原子核内的基本粒子，不带电荷，质量为一个原子质量单位。

['nju:klaɪd]

NUCLIDE
核素

核素

[ə; eɪ] ['spi:ʃi:z] [ɒv; əv]['ætəm] ['kærəktəˌraɪzd] [baɪ][ðə; ði][ˌkɒnstɪ'tju:ʃ(ə)n][ɒv; əv][ɪts]['nju:kliəs] .

A	species	of	atom	characterized	by	the	constitution	of	its	nucleus	.
一个	物种	的	原子	特征化的	经过	这	宪法	的	它是	核	.

原子种类以其原子核的组成为特征。

[ə'rɪdʒən(ə)l] (['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] , [li:d] , [ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə] .)

ORIGINAL	(	strontium	,	lead	,	etc	.	)
原来的	(	锶	,	带领	,	ETC	.	)

原味（锶、铅等）

['kɒmən]	['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm]	,	[liːd]	,	[ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə]	.	,	['teɪkən]['ɪntuː][ə; eɪ]	['sɪstəm]	[æt; ət][ðə; ðɪ]
Common	**strontium**	**,**	**lead**	**,**	**etc**	**.**	**,**	**taken**	**into**	**a**	**system**	**at**	**the**
常见的	锶	,	带领	,	ETC	.	,	已采取	进入	一个	系统	在	这

[taɪm][ɒv; əv][ɪts][fɔː'meɪʃ(ə)n]	.
time **of** **its** **formation**	**.**
时间 的 它是 形成	.

锶、铅等常见元素，在系统形成时被带入其中。

[ˌpælɪɒn'tɒlədʒɪ]	[ðə; ðɪ]	['stʌdi]	[ɒv; əv]['fɒs(ə)l]	[rɪ'meɪnz]	.
PALEONTOLOGY	**The**	**study**	**of**	**fossil**	**remains**	**.**
古生物学	这	学习	的	化石	遗迹	.

古生物学是对化石遗骸的研究。

['peərənt][ðə; ðɪ][ˌreɪdiəʊ'æktɪv]	['elɪmənt]	[frɒm; frəm]	[wɪtʃ]	[ə; eɪ]	['dɔːtə(r)]	['njuːklaɪd][ɪz]	[prə'djuːst]	[baɪ]
PARENT **The** **radioactive**	**element**	**from**	**which**	**a**	**daughter**	**nuclide**	**is**	**produced**	**by**
父母 这 放射性	元素	从	哪个	一个	女儿	核素	是	生产	经过

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv]	[dɪ'keɪ]	.	-
radioactive	**decay**	**.**	**51**
放射性	衰变	.	-

母核：放射性元素，通过放射性衰变产生子核素。[51]

-	[ðə; ðɪ]	['stʌdi]	[ɒv; əv][ðə; ðɪ][juː'reɪniəm][ænd; ənd]	['θɔːriəm]	-	[liːd]	[dɪ'keɪ]	['sɪstəmz]	.
PLUMBOLOGY	**The**	**study**	**of**	**the**	**uranium**	**and**	**thorium**	**-**	**lead**	**decay**	**systems**	**.**
-	这	学习	的	这	铀	和	钍	-	带领	衰变	系统	.

铅学：研究铀和钍铅衰变系统的学科。

[ðə; ðɪ]	[neɪm]	[ɪz]	[dɪ'raɪvd]	[frɒm; frəm][ðə; ðɪ]['lætɪn]	[neɪm]	[fɔː(r); fə(r)]	[liːd]	,	['plʌmbəm]	.
The	**name**	**is**	**derived**	**from**	**the**	**Latin**	**name**	**for**	**lead**	**,**	**plumbum**	**.**
这	姓名	是	衍生的	从	这	拉丁	姓名	为了	带领	,	铅	.

该名称源自拉丁语中铅的名称 plumbum。

[praɪ'mɔːdiəl]	['prez(ə)nt][æt; ət][ðə; ðɪ]	[taɪm]	[ɒv; əv][ðə; ðɪ]	[fɔː'meɪʃ(ə)n]	[ɒv; əv][ðə; ðɪ]	[ɜːθ]	.
PRIMORDIAL	**Present**	**at**	**the**	**time**	**of**	**the**	**formation**	**of**	**the**	**earth**	**.**
原始的	展示	在	这	时间	的	这	形成	的	这	地球	.

原始的：地球形成之时就已存在。

[prə'pɔːʃən(ə)l]	['kaʊntə(r)]
PROPORTIONAL	**COUNTER**
比例	柜台

比例计数器

[æn; ən]	['ɪnstrəmənt]	[fɔː(r); fə(r)]	[dɪ'tektɪŋ]	[ˌreɪdi'eɪʃn]	[baɪ]	[prə'djuːsɪŋ]	['pʌlsɪz]	[ɒv; əv][ɪ'lektrɪk(ə)l]	[tʃɑːdʒ]
An	**instrument**	**for**	**detecting**	**radiation**	**by**	**producing**	**pulses**	**of**	**electrical**	**charge**
一个	乐器	为了	检测	辐射	经过	生产	脉冲	的	电气	收费

[ðæt]	[ɑː(r); ə(r)]	[prə'pɔːʃən(ə)l]	[tuː; tə][ðə; ðɪ]	['enədʒi]	[ɒv; əv][ðə; ðɪ]	[ˌreɪdi'eɪʃn]	['biːɪŋ]	['meʒəd]	.
that	**are**	**proportional**	**to**	**the**	**energy**	**of**	**the**	**radiation**	**being**	**measured**	**.**
那	是	比例	到	这	活力	的	这	辐射	存在	测量	.

一种通过产生与被测辐射能量成正比的电荷脉冲来探测辐射的仪器。

[ðə; ðɪ]	[dɪ'zaɪn]	[pə'mɪts]	[juːz][ɒv; əv]	[ˌreɪdi'eɪʃn]	[ɒv; əv][ə; eɪ]	[dɪ'zaɪəd]	['enədʒi]	['levə(l)]	(	[wɪ'ðɪn]	['lɪmɪts]	)	,
The	**design**	**permits**	**use**	**of**	**radiation**	**of**	**a**	**desired**	**energy**	**level**	**(** | **within** | **limits** | **)**	**,**
这	设计	许可证	使用	的	辐射	的	一个	想要的	活力	等级	(| 之内 | 限制 |)	,

该设计允许使用所需能量水平（在一定范围内）的辐射，

[ænd; ənd]	[dɪˌskrɪmɪ'neɪʃn]	[ə'genst]	['ʌðə(r)]	[ˌreɪdi'eɪʃn]	,	[ɪ'speʃəli]	['bækgraʊnd]	[ˌreɪdi'eɪʃn]	.
and	**discrimination**	**against**	**other**	**radiation**	**,**	**especially**	**background**	**radiation**	**.**
和	歧视	反对	其他	辐射	,	尤其	背景	辐射	.

以及对其他辐射，特别是背景辐射的歧视。

['prəʊˌtɔnz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑːtɪk(ə)lz] [wɪð] [ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l] ['pɒzətɪv] [ɪ'lektrɪk(ə)l] [tʃɑːdʒ] [ænd; ənd][ə; eɪ] [mæs]
PROTONS **Elementary** **particles** **with** **a** **single** **positive** **electrical** **charge** **and** **a** **mass**
质子 初级 颗粒 和 一个 单身的 积极的 电气 收费 和 一个 大量的
[ə'prɒksɪmətli] - [taɪmz] [ðæt] [ɒv; əv][ðə; ði] [ɪ'lektrɒn] .
approximately **1837** **times** **that** **of** **the** **electron** **.**
大约 - 时代 那 的 这 电子 .

质子是带一个正电荷的基本粒子，其质量约为电子的 1837 倍。

[ðə; ði][ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)][ɒv; əv][æn; ən]['ætəm][ɪz]['iːkwəl][tuː; tə][ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz][ɪn][ɪts]
The **atomic** **number** **of** **an** **atom** **is** **equal** **to** **the** **number** **of** **protons** **in** **its**
这 原子 数字 的 一个 原子 是 平等的 到 这 数字 的 质子 在 它是
['njuːkliəs] .
nucleus **.**
核 .

原子的原子序数等于其原子核中的质子数。

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ðə; ði] [tʃeɪndʒ] [ɒv; əv][wʌn]['njuːklaɪd][tuː; tə][ə'nʌðə(r)][baɪ][ðə; ði] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv]
RADIOACTIVE **DECAY** **The** **change** **of** **one** **nuclide** **to** **another** **by** **the** **emission** **of**
放射性 衰变 这 改变 的 一 核素 到 其他 经过 这 排放 的
[tʃɑːdʒd] ['pɑːtɪk(ə)lz][frɒm; frəm][ðə; ði]['njuːkliəs][ɒv; əv][ɪts]['ætəm] .
charged **particles** **from** **the** **nucleus** **of** **its** **atom** **.**
带电 颗粒 从 这 核 的 它是 原子 .

放射性衰变是指原子核发射带电粒子，使一种核素转变为另一种核素的过程。

[ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti]
RADIOACTIVITY
放射性

放射性

[ðə; ði] ['prɒpəti] [ɒv; əv][sʌm; səm]['njuːklaɪd][tuː; tə] [dɪ'keɪ] [baɪ] [ðəm'selvz] ['ɪntuː]['ʌðə(r)z] .
The **property** **of** **some** **nuclides** **to** **decay** **by** **themselves** **into** **others** **.**
这 财产 的 一些 核素 到 衰变 经过 他们自己 进入 其他的 .

某些核素具有自行衰变为其他核素的特性。

[ˌreɪdiəʊ'dʒenɪk] [fɔːmd] [æz; əz][ðə; ði] [rɪ'zʌlt] [ɒv; əv][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .
RADIOGENIC **Formed** **as** **the** **result** **of** **radioactive** **decay** **.**
放射成因 形成 作为 这 结果 的 放射性 衰变 .

放射性物质：由放射性衰变形成。

[reə(r)] [ɜːθ]
RARE **EARTH**
稀有的 地球

稀土

['eni] [ɒv; əv][ðə; ði] ['elɪmənts] [frɒm; frəm][ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)] - (['lænθənəm]) [tuː; tə] - (
Any **of** **the** **elements** **from** **atomic** **number** **57** **(** **lanthanum** **)** **to** **71** **(**
任何 的 这 元素 从 原子 数字 - (镧) 到 - (
[luː'tiːʃiəm; luː'tiːsiəm]) .
lutetium **)** **.**
镥) .

原子序数从 57（镧）到 71（镥）的任何元素。

['sɑːmp(ə)l] ['kaʊntə(r)]
SAMPLE **COUNTER**
样本 柜台

样品计数器

[æn; ən] [ˈɪnstrəmənt] [ˈɪntuː] [wɪtʃ] [ə; eɪ][ˈsɑːmp(ə)l][ɒv; əv][məˈtɪəriəl][kæn; kən][biː; bi] [pleɪst] [tuː; tə][hæv; həv]

An	instrument	into	which	a	sample	of	material	can	be	placed	to	have
一个	乐器	进入	哪个	一个	样本	的	材料	能	是	放置	到	有

[ɪts] [ˌreɪdiˈeɪʃn] [ˈmeʒəd] .

its	radiation	measured	.
它是	辐射	测量	.

一种可以将材料样品放入其中测量其辐射的仪器。

[ˈsekjələ(r)] [ˌiːkwɪˈlɪbriəm]

SECULAR	EQUILIBRIUM
世俗	平衡

世俗平衡

[ðə; ði] [prəˈdʌkʃ(ə)n] [ɒv; əv][ə; eɪ][ˌreɪdiəʊˈæktɪv] [ˈsʌbstəns] [æt; ət][ə; eɪ] [reɪt] [ˈiːkwəl][tuː; tə][ɪts] [dɪˈkeɪ] .

The	production	of	a	radioactive	substance	at	a	rate	equal	to	its	decay	.
这	生产	的	一个	放射性	物质	在	一个	速度	平等的	到	它是	衰变	.

放射性物质的产生速率与其衰变速率相等。

[spəˈsɪfɪk] [ækˈtɪvəti]

SPECIFIC	ACTIVITY
具体的	活动

具体活动

[ðə; ði][ˈnʌmbə(r)][ɒv; əv]['ætəmz] [dɪˈkeɪɪŋ] [pə(r)][ˈjuːnɪt][taɪm][pə(r)][ˈjuːnɪt] [weɪt] [ɒv; əv][ðə; ði][ˈtəʊt(ə)l]

The	number	of	atoms	decaying	per	unit	time	per	unit	weight	of	the	total
这	数字	的	原子	腐烂的	每	单元	时间	每	单元	重量	的	这	全部的

[əˈmaʊnt] [ˈbiːɪŋ] [ˈtestɪd] .

amount	being	tested	.
数量	存在	测试	.

单位时间内单位重量被测总量的原子衰变数。

[spaɪk]

SPIKE
长钉

长钉

[ə; eɪ] [nəʊn] [əˈmaʊnt][ɒv; əv][æn; ən] [ˈelɪmənt] [ɒv; əv][ʌnˈjuːʒuəl][ˌaɪsəˈtɒpɪk][ˌkɒmpəˈzɪʃ(ə)n] [juːst] [ɪn]

A	known	amount	of	an	element	of	unusual	isotopic	composition	used	in
一个	已知	数量	的	一个	元素	的	异常	同位素	作品	用过的	在

[ˈaɪsətəʊp] - [daɪˈluːʃn; daɪˈljuːʃn][əˈnæləsɪs] .

isotope	-	dilution	analysis	.
同位素	-	稀释	分析	.

用于同位素稀释分析的已知量的具有特殊同位素组成的元素。

[stəˈtɪstɪk(ə)l] [ˈerə(r)]

STATISTICAL	ERROR
统计	错误

统计误差

[ðə; ði][ˈerə(r)][əˈsəʊsieɪtɪd; əˈsəʊʃieɪtɪd] [wɪð] [ˈnjuːkliə(r)] [ˈmeʒəm(ə)nts] [ænd; ənd][əˈraɪzɪŋ][frɒm; frəm][ðə; ði]

The	error	associated	with	nuclear	measurements	and	arising	from	the
这	错误	联系	和	核	测量	和	产生	从	这

[ˈrændəm] [ˌdɪstrɪˈbjuːʃn] [ɒv; əv][ˈnjuːkliə(r)] [ɪˈvents] .

random	distribution	of	nuclear	events	.
随机的	分配	的	核	活动	.

与核测量相关的误差，是由核事件的随机分布引起的。

[ˈstrɑːtə] [ˈplʊərəl][ɒv; əv][ˈstrɑːtəm] .

STRATA	Plural	of	stratum	.
地层	复数	的	地层	.

STRATA 是 strum 的复数形式。

[ə; eɪ] [ʃiːt] [ɔː(r)] [mæs] [ɒv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɒk] ([fɔːmd] [baɪ] [dɪ'pɑːzɪts] [ɒv; əv] ['sedəmənt] ,

A	sheet	or	mass	of	sedimentary	rock	(	formed	by	deposits	of	sediments	,
一个	床单	或者	大量的	的	沉积	岩石	(	形成	经过	存款	的	沉积物	,

一片或一大片沉积岩（由沉积物堆积而成），

[æz; əz] [frɒm; frəm] ['eɪnʃənt] ['siːz]) [ɒv; əv] [wʌn] [kaɪnd] , ['juːʒuəli; 'juːʒəli] [ɪn] ['leɪəz] [bɪ'twiːn] [bedz] [ɔː(r)] ['leɪəz] [ɒv; əv] ['ʌðə(r)] [kaɪndz] . -

as	from	ancient	seas	)	of	one	kind	,	usually	in	layers	between	beds	or	layers	of	other	kinds	.	52
作为	从	古老的	海域	)	的	一	种类	,	通常	在	层	之间	床	或者	层	的	其他	种类	.	-

（例如来自古代海洋的）一种地层，通常以层状形式存在于其他地层或层之间。52

[ə'pendɪks]

APPENDIX

附录

附录

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ]

Radioactive	Decay
放射性	衰变

放射性衰变

[wen] [ə; eɪ] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['njuːkliəs] [dis'intigreit] [ɔː(r)] [di'kei] , [ðə; ðɪ] [rɪ'zʌltənt] [rɪ'meɪnɪŋ] ['njuːkliəs] [meɪ] [stɪl] [biː; bi] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ,

When	a	radioactive	nucleus	disintegrates	or	decays	,	the	resultant	remaining	nucleus	may	still	be	radioactive	,
什么时候	一个	放射性	核	瓦解	或者	衰变	,	这	结果	其余的	核	可能	仍然	是	放射性	,

当放射性原子核发生衰变或崩解时，剩余的原子核可能仍然具有放射性。

[ænd; ənd] ['suːnə(r)] [ɔː(r)] ['leɪtə(r)] [ˌaɪ 'tiː] ['ɔːlsəʊ] [wɪl] [dɪs'ɪntɪgreɪt] [ænd; ənd] [bɪ'kʌm] [stɪl] [ə'nʌðə(r)] [kaɪnd] [ɒv; əv] ['ætəm] .

and	sooner	or	later	it	also	will	disintegrate	and	become	still	another	kind	of	atom	.
和	很快	或者	之后	它	还	将要	瓦解	和	变得	仍然	其他	种类	的	原子	.

迟早它也会分解，变成另一种原子。

[ðɪs] ['prəʊses] [kən'tɪnjuːz] [θruː] [ə; eɪ] ['sɪəriːz] [ɒv; əv] [dɪ'stɪŋkt] [steps] [ʌn'tɪl] [ə; eɪ] ['steɪb(ə)l] ['ætəm] — [wʌn] [ðæt] [ɪz] [nɒt] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] — [ɪz] [fɔːmd] .

This	process	continues	through	a	series	of	distinct	steps	until	a	stable	atom	—	one	that	is	not	radioactive	—	is	formed	.
这	过程	继续	通过	一个	系列	的	清楚的	步骤	直到	一个	稳定的	原子	—	一	那	是	不是	放射性	—	是	形成	.

这个过程会经历一系列不同的步骤，直到形成一个稳定的原子——一个不具有放射性的原子。

[ɔːl] ['nætʃ(ə)rəl] [ˌreɪdiəʊæk'tɪvəti] [ɪn] [ðə; ðɪ] ['hevi] ['elɪmənts] ['prəʊsiːdz] [baɪ] [sʌtʃ] [ə; eɪ] ['sɪəriːz] [ɒv; əv] [steps] ,

All	natural	radioactivity	in	the	heavy	elements	proceeds	by	such	a	series	of	steps	,
全部	自然的	放射性	在	这	重的	元素	收益	经过	这样的	一个	系列	的	步骤	,

重元素中所有天然放射性物质的产生都是通过这样一系列步骤进行的。

[ænd; ənd] [ðə; ðɪ] ['sɪəriːz] ['faɪnəli] [endz] [wɪð] [ə; eɪ] ['steɪb(ə)l] [fɔːm] [ɒv; əv] [liːd] [æz; əz] [ɪts] [end] ['prɒdʌkt] .

and	the	series	finally	ends	with	a	stable	form	of	lead	as	its	end	product	.
和	这	系列	最后	结束	和	一个	稳定的	形式	的	带领	作为	它是	结尾	产品	.

该系列最终以稳定的铅形式作为最终产品而告终。

[ɪn]['ʌðə(r)] [wɜːdz] , ['eni] ['nætʃ(ə)rəli][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['hevi] ['elɪmənt] [ɪ'ventʃuəli] [bɪ'kʌmz] [ˌnɒnˌreɪdɪəʊ'æktɪv]

In	other	words	,	any	naturally	radioactive	heavy	element	eventually	becomes	nonradioactive
在	其他	字	，	任何	自然	放射性	重的	元素	最终	变成	非放射性

[liːd] .

lead	.
带领	.

换句话说，任何天然放射性重元素最终都会变成无放射性的铅。

[ðə; ði]['njuːkliəs][ɒv; əv] ['evri] ['ætəm] ([ɪk'sept] ['haɪdrədʒən]) [kən'teɪnz] [wʌn][ɔː(r)][mɔː(r)] ['njuːtrɔnz]

The	nucleus	of	every	atom	(	except	hydrogen	)	contains	one	or	more	neutrons
这	核	的	每一个	原子	(	除了	氢	)	包含	一	或者	更多的	中子

[ænd; ənd][wʌn][ɔː(r)][mɔː(r)]['prəʊˌtɔnz] .

and	one	or	more	protons	.
和	一	或者	更多的	质子	.

除氢原子外，每个原子的原子核都包含一个或多个中子和一个或多个质子。

[ðə; ði] [ˌɪnstə'bɪlətɪ] [ɒv; əv][ðə; ði]['njuːkliaɪ][ɒv; əv][ðə; ði] ['hevi] ['ætəmz][ɪz] [rɪ'leɪtɪd] [tuː; tə][ðə; ði]['reɪʃiəʊ]

The	instability	of	the	nuclei	of	the	heavy	atoms	is	related	to	the	ratio
这	不稳定性	的	这	细胞核	的	这	重的	原子	是	有关的	到	这	比率

[ɒv; əv][ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['njuːtrɔnz] [tuː; tə][ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz][ɪn][ðə; ði]['njuːkliaɪ] .

of	the	number	of	neutrons	to	the	number	of	protons	in	the	nuclei	.
的	这	数字	的	中子	到	这	数字	的	质子	在	这	细胞核	.

重原子核的不稳定性与原子核中中子数与质子数的比值有关。

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɪz] , [ɪn][fækt] , [ə; eɪ] [weɪ] [ɒv; əv] [ə'dʒʌstɪŋ] [ðiːz] ['reiʃiəuz] .

Radioactive	decay	is	,	in	fact	,	a	way	of	adjusting	these	ratios	.
放射性	衰变	是	，	在	事实	,	一个	方式	的	调整	这些	比率	.

放射性衰变实际上是调整这些比例的一种方法。

[ðə; ði] [ə'dʒʌstmənt] [kæn; kən][ə'kɜː(r)][ɪn] ['veərɪəs] [weɪz] .

The	adjustment	can	occur	in	various	ways	.
这	调整	能	发生	在	各种各样的	方式	.

这种调整可以通过多种方式进行。

[ðə; ði][məʊst] ['kɒmən] [ɪz][ðə; ði] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)lz][ɔː(r)]['biːtə]['pɑːtɪk(ə)lz] .

The	most	common	is	the	emission	of	alpha	particles	or	beta	particles	.
这	最多	常见的	是	这	排放	的	阿尔法	颗粒	或者	测试版	颗粒	.

最常见的是发射α粒子或β粒子。

[æn; ən] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)l][ɪz][aɪ'dentɪk(ə)l] [wɪð] [ðə; ði]['njuːkliəs][ɒv; əv][ə; eɪ]['hiːliəm]['ætəm][ænd; ənd]

An	alpha	particle	is	identical	with	the	nucleus	of	a	helium	atom	and
一个	阿尔法	粒子	是	完全相同的	和	这	核	的	一个	氦	原子	和

[hæz; həz] [tuː] ['njuːtrɔnz] [ænd; ənd] [tuː] ['prəʊˌtɔnz] ['bʌndld] [tə'geðə(r)] .

has	two	neutrons	and	two	protons	bundled	together	.
有	二	中子	和	二	质子	捆绑式	一起	.

α粒子与氦原子核相同，由两个中子和两个质子捆绑在一起构成。

[lɒs] [ɒv; əv][æn; ən] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)l][frɒm; frəm][ə; eɪ]['njuːkliəs] ['ləuə] [ðə; ði] [mæs] ['nʌmbə(r)] ([ðə; ði]

Loss	of	an	alpha	particle	from	a	nucleus	lowers	the	mass	number	(	the
损失	的	一个	阿尔法	粒子	从	一个	核	下	这	大量的	数字	(	这

['təʊt(ə)l][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz][ænd; ənd] ['njuːtrɔnz]) [ɒv; əv][ðə; ði]['peərənt]['njuːkliəs][baɪ][fɔː(r)][ænd; ənd][ðə; ði]

total	of	protons	and	neutrons	)	of	the	parent	nucleus	by	four	and	the
全部的	的	质子	和	中子	)	的	这	父母	核	经过	四	和	这

[ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)] ([ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz]) [baɪ] [tuː] ;

atomic	number	(	the	number	of	protons	)	by	two	;
原子	数字	(	这	数字	的	质子	)	经过	二	;

原子核失去一个α粒子，会使母核的质量数（质子数和中子数之和）减少4，原子序数（质子数）减少2；

[ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['njuːtrɔnz] ['ɔːlsəʊ][ɪz] [rɪ'djuːst] [baɪ] [tuː] .

the	number	of	neutrons	also	is	reduced	by	two	.
这	数字	的	中子	还	是	减少	经过	二	.

中子数也减少了两个。

[ə; eɪ]['biːtə]['pɑːtɪk(ə)l][ɪz][æn; ən] [ɪ'lektrɒn] [ænd; ənd][hæz; həz][ə; eɪ] ['negətɪv] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑːdʒ] .

A	beta	particle	is	an	electron	and	has	a	negative	electric	charge	.
一个	测试版	粒子	是	一个	电子	和	有	一个	消极的	电的	收费	.

β粒子是电子，带有负电荷。

[wen] [ə; eɪ]['biːtə]['pɑːtɪk(ə)l][ɪz] [i'mɪtɪd] [frɒm; frəm][ə; eɪ]['njuːkliəs] ,

When	a	beta	particle	is	emitted	from	a	nucleus	,
什么时候	一个	测试版	粒子	是	发射	从	一个	核	,

当原子核发射出β粒子时，

[ðə; ði]['njuːkliəs][ɪz] [tʃeɪndʒd] [səʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz][wʌn][mɔː(r)]['prəʊtɒn] ([wɪtʃ] [hæz; həz][ə; eɪ]

the	nucleus	is	changed	so	that	it	has	one	more	proton	(	which	has	a
这	核	是	已更改	所以	那	它	有	一	更多的	质子	(	哪个	有	一个

['pɒzətɪv] [tʃɑːdʒ]) [ænd; ənd][wʌn] [les] ['njuːtrɒn] ([wɪtʃ] [hæz; həz][nəʊ] [tʃɑːdʒ]) ;

positive	charge	)	and	one	less	neutron	(	which	has	no	charge	)	;
积极的	收费	)	和	一	较少的	中子	(	哪个	有	不	收费	)	;

原子核发生改变，使其多出一个质子（带正电荷），少出一个中子（不带电荷）;

[ɪn] [ɪ'fekt] , [ə; eɪ] ['njuːtrɒn] [hæz; həz] [tʃeɪndʒd] ['ɪntuː][ə; eɪ]['prəʊtɒn][æz; əz][ðə; ði]['njuːkliəs] [lɒst] [ə; eɪ]

in	effect	,	a	neutron	has	changed	into	a	proton	as	the	nucleus	lost	a
在	影响	,	一个	中子	有	已更改	进入	一个	质子	作为	这	核	丢失的	一个

['negətɪv] [tʃɑːdʒ] .

negative	charge	.
消极的	收费	.

实际上，由于原子核失去了负电荷，中子变成了质子。

['biːtə] [dɪ'keɪ] [ə'kɜːz] [ɪn]['njuːkliaɪ] [wɪð] [ə; eɪ]['greɪtə(r)] [prə'pɔːʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['njuːtrɔnz] [ðæn; ðən][ɪz]['nɔːm(ə)l]

Beta	decay	occurs	in	nuclei	with	a	greater	proportion	of	neutrons	than	is	normal
Beta	衰变	发生	在	细胞核	和	一个	更大的	部分	的	中子	比	是	普通的

[fɔː(r); fə(r)][ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz] .

for	the	number	of	protons	.
为了	这	数字	的	质子	.

β衰变发生在原子核中，其中中子数的比例高于质子数与原子核中中子数比例的正常值。

[sɪns] ['biːtə] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɪn'kriːsɪz; 'ɪŋkriːsɪz][ðə; ði] [prə'pɔːʃ(ə)n] [ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz] ,

Since	beta	emission	increases	the	proportion	of	protons	,
自从	测试版	排放	增加	这	部分	的	质子	,

由于β射线发射会增加质子的比例，

[ðə; ði]['prəʊses] ['reɪzɪz] [ðə; ði][ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)][ɒv; əv][ðə; ði]['peərənt]['njuːkliəs][baɪ][wʌn][ænd; ənd] [liːvz]

the	process	raises	the	atomic	number	of	the	parent	nucleus	by	one	and	leaves
这	过程	提高	这	原子	数字	的	这	父母	核	经过	一	和	树叶

[ðə; ði] [mæs] ['nʌmbə(r)][ðə; ði] [seɪm] . -

the	mass	number	the	same	.	53
这	大量的	数字	这	相同的	.	-

该过程使母核的原子序数增加1，而质量数保持不变。[53]

['gæmə] [reɪz] [ɑː(r); ə(r)][ə; eɪ] [fɔːm] [ɒv; əv][ɪˌlektrəʊmæg'netɪk] [ˌreɪdi'eɪʃn] .

Gamma	rays	are	a	form	of	electromagnetic	radiation	.
伽马	射线	是	一个	形式	的	电磁	辐射	.

伽马射线是一种电磁辐射。

[ðeɪ] [ɑː(r); ə(r)] [i'mɪtɪd] [wen] [ə; eɪ]['njuːkliəs] [ʃɪfts] [frɒm; frəm][wʌn] ['enədʒi] [steɪt] [tuː; tə][ə; eɪ]['ləʊə(r)]

They	are	emitted	when	a	nucleus	shifts	from	one	energy	state	to	a	lower
他们	是	发射	什么时候	一个	核	轮班	从	一	活力	状态	到	一个	降低

['enədʒi] [steɪt] — [ðə; ði] ['enədʒi] ['dɪfrəns] [ɪ'mɜːdʒɪŋ] [æz; əz][ðə; ði] ['gæmə] [ˌreɪdi'eɪʃn] .

energy	state	—	the	energy	difference	emerging	as	the	gamma	radiation	.
活力	状态	—	这	活力	不同之处	新兴	作为	这	伽马	辐射	.

当原子核从一个能级跃迁到较低能级时，就会释放出伽马射线——能量差以伽马射线的形式释放出来。

['gæmə] [ɪ'mɪʃ(ə)n] ['ɒf(ə)n] [ə'kʌmp(ə)niz] ['ælfə] [ɔ:(r)]['bi:tə] [ɪ'mɪʃ(ə)n] ,

Gamma	emission	often	accompanies	alpha	or	beta	emission	,
伽马	排放	经常	伴随	阿尔法	或者	测试版	排放	,

伽马射线通常伴随α射线或β射线发射，

[bʌt; bət][ðə; ði] [prə'dʌkʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['gæmə] [reɪz] [dʌz] [nɒt][ɪt'self]['ɔ:ltə(r)][ðə; ði][ə'tɒmɪk]['nʌmbə(r)][nɔ:(r)]

but	the	production	of	gamma	rays	does	not	itself	alter	the	atomic	number	nor
但	这	生产	的	伽马	射线	做	不是	本身	改变	这	原子	数字	也不

[ðə; ði] [mæs] ['nʌmbə(r)][ɒv; əv][ðə; ði]['peərənt] .

the	mass	number	of	the	parent	.
这	大量的	数字	的	这	父母	.

但是，伽马射线的产生本身并不会改变母体的原子序数或质量数。

['nju:kliaɪ]['ɔ:lsəʊ][kæn; kən] [dɪ'keɪ] [baɪ] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv][ə; eɪ]['pɒzɪtrɒn] , [wɪtʃ] [ɪz][ə; eɪ] ['pɒzətɪvli]

Nuclei	also	can	decay	by	emission	of	a	positron	,	which	is	a	positively
细胞核	还	能	衰变	经过	排放	的	一个	正电子	,	哪个	是	一个	积极地

[tʃɑ:dʒd] [ɪ'lektrɒn] .

charged	electron	.
带电	电子	.

原子核也可以通过发射正电子（带正电荷的电子）而衰变。

[wen] [ðɪs] [ə'kɜ:z] , [ðə; ði] [nju:] ['nju:kliəs][hæz; həz][wʌn][mɔ:(r)] ['nju:trɒn] [ænd; ənd][wʌn] [les] ['prəʊtɒn]

When	this	occurs	,	the	new	nucleus	has	one	more	neutron	and	one	less	proton
什么时候	这	发生	,	这	新的	核	有	一	更多的	中子	和	一	较少的	质子

[ðæn; ðən][ɪts]['peərənt] ;

than	its	parent	;
比	它是	父母	;

当这种情况发生时，新原子核比其母原子核多一个中子，少一个质子；

[ɪn] [ɪ'fekt] [ə; eɪ]['prəʊtɒn][hæz; həz] [bɪ'kʌm] [ə; eɪ] ['nju:trɒn] [æz; əz][ðə; ði]['nju:kliəs]['lu:zɪz][ə; eɪ] ['pɒzətɪv]

in	effect	a	proton	has	become	a	neutron	as	the	nucleus	loses	a	positive
在	影响	一个	质子	有	变得	一个	中子	作为	这	核	失败	一个	积极的

[tʃɑ:dʒ] .

charge	.
收费	.

实际上，由于原子核失去正电荷，质子变成了中子。

['pɒzɪtrɒn] ['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ɑ:(r); ə(r)] [i'mɪtɪd] [baɪ]['nju:kliaɪ] [ðæt] [hæv; həv][ə; eɪ]['greɪtə(r)] [prə'pɔ:ʃ(ə)n]

Positrons	usually	are	emitted	by	nuclei	that	have	a	greater	proportion
正电子	通常	是	发射	经过	细胞核	那	有	一个	更大的	部分

[ɒv; əv]['prəʊˌtɔnz][ðæn; ðən][ɪz]['nɔ:m(ə)l][fɔ:(r); fə(r)][ðə; ði]['nʌmbə(r)][ɒv; əv] ['nju:trɔnz] .

of	protons	than	is	normal	for	the	number	of	neutrons	.
的	质子	比	是	普通的	为了	这	数字	的	中子	.

正电子通常由质子数比例高于中子数比例的原子核发射出来。

[ə'nʌðə(r)] ['prəʊses] — [ɪn'tɜ:n(ə)l] [ɪ'lektrɒn] [kən'vɜ:ʃ(ə)n] — ['sʌmtaɪmz] [ə'kɜ:z] [ɪn] [kə'nekʃn] [wɪð]

Another	process	—	internal	electron	conversion	—	sometimes	occurs	in	connection	with
其他	过程	—	内部的	电子	转换	—	有时	发生	在	联系	和

['gæmə] - [reɪ] [ɪ'mɪʃ(ə)n] ,

gamma	-	ray	emission	,
伽马	-	射线	排放	,

另一个过程——内电子转换——有时与伽马射线发射有关。

['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ɪn] ['hevi] ['elɪmənts] [wen] [ðə; ði] ['gæmə] - [reɪ] ['enədʒi] [ɪz] [ləʊ] .

usually	in	heavy	elements	when	the	gamma	-	ray	energy	is	low	.
通常	在	重的	元素	什么时候	这	伽马	-	射线	活力	是	低的	.

通常发生在重元素中，此时伽马射线能量较低。

[ɪn'sted] [ɒv; əv] ['bi:ɪŋ] [i'mɪtɪd] [də'rektli] , [ðə; ði] ['gæmə] [reɪ] [straɪks] [æn; ən]['ɔ:bɪt(ə)l] [ɪ'lektrɒn] ,

Instead	of	being	emitted	directly	,	the	gamma	ray	strikes	an	orbital	electron	,
反而	的	存在	发射	直接地	,	这	伽马	射线	罢工	一个	轨道	电子	,

伽马射线不是直接发射出来的，而是撞击轨道上的电子。

['nɒkɪŋ] [ðə; ði] [ɪ'lektrɒn] [aʊt] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['ætəm] ; [ðə; ði] ['gæmə] [reɪ] [ðen] [ˌdisə'piə] .

knocking	the	electron	out	of	the	atom	;	the	gamma	ray	then	disappears	.
敲门	这	电子	出去	的	这	原子	;	这	伽马	射线	然后	消失	.

将电子从原子中击出；然后伽马射线消失。

[ə'nʌðə(r)] [ɪ'lektrɒn] [dʒʌmps] ['ɪntuː] [ðə; ði] " [həʊl] " [ɪn] [ðə; ði] ['ɔːbɪt] [frɒm; frəm] [wɪtʃ] [ðə; ði] [fɜːst] [ɪ'lektrɒn] [wɒz; wəz] [i'mɪtɪd] ,

Another	electron	jumps	into	the	"	hole	"	in	the	orbit	from	which	the	first	electron	was	emitted	,
其他	电子	跳跃	进入	这	"	洞	"	在	这	轨道	从	哪个	这	第一的	电子	曾是	发射	,

另一个电子跃迁到第一个电子被发射出来的轨道上的"空穴"中。

[ænd; ənd] [ðɪs] [dʒʌmp] — [frɒm; frəm] [ə; eɪ] ['haɪə(r)] [tuː; tə] [ə; eɪ] ['ləʊə(r)] ['enədʒi] ['lev(ə)l] — [rɪ'zʌlts] [ɪn] [ðə; ði] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɒv; əv] [æn; ən] [eks] [reɪ] ([wɪtʃ] [ɪz] ['sɪmələ(r)] [tuː; tə] [ə; eɪ] ['gæmə] [reɪ] ,

and	this	jump	—	from	a	higher	to	a	lower	energy	level	—	results	in	the	emission	of	an	X	ray	(	which	is	similar	to	a	gamma	ray	,
和	这	跳	—	从	一个	更高	到	一个	降低	活力	等级	—	结果	在	这	排放	的	一个	X	射线	(	哪个	是	相似的	到	一个	伽马	射线	,

这种从较高能级到较低能级的跃迁会导致X射线（类似于伽马射线）的发射，

[bʌt; bət] [ə'rɪdʒɪneɪts] [ɪn] [ðə; ði] [ɪ'lektrɒn] ['ɔːbɪt] ['riːdʒən] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['ætəm] , [nɒt] [ɪn] [ðə; ði] ['njuːkliəs]) .

but	originates	in	the	electron	orbit	region	of	the	atom	,	not	in	the	nucleus	)	.
但	起源于	在	这	电子	轨道	地区	的	这	原子	,	不是	在	这	核	)	.

但它起源于原子的电子轨道区域，而不是原子核。

['faɪnəli] , [ə; eɪ] ['njuːkliəs] [meɪ] [biː; bi] ['ɔːltəd] [baɪ] [ɪ'lektrɒn] ['kæptʃə(r)] .

Finally	,	a	nucleus	may	be	altered	by	electron	capture	.
最后	,	一个	核	可能	是	已修改	经过	电子	捕获	.

最后，原子核可能因电子俘获而发生改变。

[ɪn] [ə; eɪ] ['njuːkliəs] [wɪð] [ə; eɪ] [ləʊ] ['reɪʃiəʊ] [ɒv; əv] ['njuːtrɔnz] [tuː; tə] ['prəʊˌtɔnz] ,

In	a	nucleus	with	a	low	ratio	of	neutrons	to	protons	,
在	一个	核	和	一个	低的	比率	的	中子	到	质子	,

在质子与中子比例较低的原子核中，

[ðə; ði] ['njuːkliəs] ['kæptʃəz] [wʌn] [ɒv; əv] [ɪts] [əʊn] ['ɔːbɪt(ə)l] [ɪ'lektrɑːnz] .

the	nucleus	captures	one	of	its	own	orbital	electrons	.
这	核	捕捉	一	的	它是	自己的	轨道	电子	.

原子核捕获自身轨道上的一个电子。

[ðɪs] [ɪ'miːdiətli] [kəm'bain] [wɪð] [ə; eɪ] ['prəʊtɒn] [tuː; tə] [fɔːm] [ə; eɪ] [njuː] ['njuːtrɒn] [ænd; ənd] [i'mɪt] [ə; eɪ] [njuː'triːnəʊ] ([ə; eɪ] [haɪ] - ['enədʒi] ['pɑːtɪk(ə)l] [wɪð] ['naɪðə(r)] [mæs] [nɔː(r)] [tʃɑːdʒ]) .

This	immediately	combines	with	a	proton	to	form	a	new	neutron	and	emit	a	neutrino	(	a	high	-	energy	particle	with	neither	mass	nor	charge	)	.
这	立即地	组合	和	一个	质子	到	形式	一个	新的	中子	和	发射	一个	中微子	(	一个	高的	-	活力	粒子	和	两者都不	大量的	也不	收费	)	.

它会立即与一个质子结合形成一个新的中子，并释放出一个中微子（一种既没有质量也没有电荷的高能粒子）。

[ðə; ði] ['prəʊses] [ɪn'kriːsɪz; 'ɪŋkriːsɪz] [ðə; ði] ['njuːtrɒn] - [tuː; tə] - ['prəʊtɒn] ['reɪʃiəʊ] [ɒv; əv] [ðə; ði] ['njuːkliəs] ;

The	process	increases	the	neutron	-	to	-	proton	ratio	of	the	nucleus	;
这	过程	增加	这	中子	-	到	-	质子	比率	的	这	核	;

该过程会增加原子核中的中子与质子的比例；

[ðə; ði] ['dɔːtə(r)] [hæz; həz] [ðə; ði] [seɪm] [mæs] ['nʌmbə(r)] [æz; əz] [ðə; ði] ['peərənt] ,

the	daughter	has	the	same	mass	number	as	the	parent	,
这	女儿	有	这	相同的	大量的	数字	作为	这	父母	,

子代的质量数与母代相同。

[bʌt; bət] [hæz; həz] [æn; ən] [ə'tɒmɪk] ['nʌmbə(r)] [wʌn] [les] [ðæn; ðən] [ðə; ði] ['peərənt] .

but	has	an	atomic	number	one	less	than	the	parent	.
但	有	一个	原子	数字	一	较少的	比	这	父母	.

但它的原子序数比母体少 1。

[ðeə(r)] [ɑː(r); ə(r)] [θriː] ['sɪəriːz] [baɪ] [wɪʧ] ['nætʃ(ə)rəli] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['njuːkliaɪ] [dɪ'keɪ] [tuː; tə] ['steɪb(ə)l] [wʌnz] :

There	are	three	series	by	which	naturally	radioactive	nuclei	decay	to	stable	ones	:
那里	是	三	系列	经过	哪个	自然	放射性	细胞核	衰变	到	稳定的	一个	:

天然放射性原子核衰变为稳定原子核的过程分为三个系列:

[ðə; ði] [juˈreɪniəm] ['sɪəriːz] , [ðə; ði] ['θɔːriəm] ['sɪəriːz] , [ænd; ənd] [ðə; ði] [æk'tɪniəm] ['sɪəriːz] .

The	Uranium	Series	,	the	Thorium	Series	,	and	the	Actinium	Series	.
这	铀	系列	,	这	钍	系列	,	和	这	锕	系列	.

铀系、钍系和锕系。

[mæn] - [meɪd] [ˌreɪdiəʊ'æktɪv] ['njuːkliaɪ] [dɪ'keɪ] ['sɪmələli] , [wɪð] ['bɪzməθ] [æz; əz] [ðə; ði] [end] ['prɒdʌkt] ,

Man	-	made	radioactive	nuclei	decay	similarly	,	with	bismuth	as	the	end	product	,
男人	-	制成	放射性	细胞核	衰变	相似地	,	和	铋	作为	这	结尾	产品	,

['vaɪə] [ðə; ði] [nep'tjuːniəm] ['sɪəriːz] .

via	the	Neptunium	Series	.
通过	这	镎	系列	.

人造放射性原子核的衰变过程类似，最终产物是铋，衰变过程遵循镎系。

[ðiːz] [kæn; kən] [biː; bi] ['ɪləstreɪtɪd] [ɪn] ['tæbjələ(r)] [fɔːm] [ænd; ənd] [ˌdaɪəgrə'mætɪkli] .

These	can	be	illustrated	in	tabular	form	and	diagrammatically	.
这些	能	是	插图	在	表格	形式	和	图解	.

这些可以用表格和图表的形式来说明。

[ðə; ði] [æk'tɪniəm] ['sɪəriːz] ([juˈreɪniəm] - - ['sɪəriːz]) , [fɔː(r); fə(r)] [ɪg'zɑːmp(ə)l] , ['prəʊsiːdz] [laɪk] [ðɪs] : -

The	Actinium	Series	(	Uranium	-	235	Series	)	,	for	example	,	proceeds	like	this	:	54
这	锕	系列	(	铀	-	-	系列	)	,	为了	例子	,	收益	喜欢	这	:	-

例如，锕系（铀-235系）的排列顺序如下：54

[ðə; ði] [juˈreɪniəm] - - ['sɪəriːz]

THE	URANIUM	-	235	SERIES
这	铀	-	-	系列

铀-235系列

['elɪmənt] ['sɪmb(ə)l] [ˌreɪdi'eɪʃn] [i'mɪtɪd] [hɑːf] - [laɪf]

Element	Symbol	Radiation	Emitted	Half	-	life
元素	象征	辐射	发射	一半	-	生活

元素符号 辐射发射量 半衰期

[juˈreɪniəm] ^{235}U - ['sɛvən] . - × - [j'iəz]

Uranium	^{235}U	α	7	.	13	×	10^{8}	years
铀	^{235}U	-	7	.	-	×	-	年

铀 ^{235}U α 7.13 × 10^{8} 年

['θɔːriəm] ^{231}Th - - . [sɪks] ['aʊəz]

Thorium	^{231}Th	β	25	.	6	hours
钍	^{231}Th	-	-	.	6	小时

钍^{231}Th β 25.6 小时

[ˌprəʊtæk'tɪniəm] ^{231}Pa - [θriː] . - × - [j'iəz]

Protactinium	^{231}Pa	α	3	.	25	×	10^{4}	years
镤	^{231}Pa	-	3	.	-	×	-	年

镤 ^{231}Pa α 3.25 × 10^{4} 年

[æk'tɪniəm] [-]

Actinium	[	16	]
锕	[	-	]

锕[16]

^{227}Ac - (- . [eit] %) [ænd; ənd] - ([wʌn] . [ˌtuːˈtuː] %) - . [ˌtuːˈtuː] [j'iəz]

^{227}Ac	β	(	98	.	8	%	)	and	α	(	1	.	2	%	)	21	.	2	years
^{227}Ac	-	(	-	.	8	%	)	和	-	(	1	.	2	%	)	-	.	2	年

^{227}Ac β (98.8%) 和 α (1.2%) 21.2 年

['θɔːriəm] ^{227}Th - - . - [deɪz]
Thorium **^{227}Th** **α** **18** **.** **17** **days**
钍 ^{227}Th - - . - 天

钍^{227}Th α 18.17 天

['frænsiəm] ^{223}Fr - - ['mɪnɪts]
Francium **^{223}Fr** **β** **22** **minutes**
钫 ^{223}Fr - - 分钟

钫 ^{223}Fr β 22 分钟

['reɪdiəm] ^{223}Ra - - . ['sɛvən] [deɪz]
Radium **^{223}Ra** **α** **11** **.** **7** **days**
镭 ^{223}Ra - - . 7 天

镭^{223}Ra α 11.7天

['reɪdɒn] ^{219}Rn - [fɔːr] . - ['sekəndz; sɪ'kɒndz]
Radon **^{219}Rn** **α** **4** **.** **0** **seconds**
氡 ^{219}Rn - 4 . - 秒

氡气 21^{9}Rn α 4.0 秒

[pə'ləʊniəm] [-]
Polonium **[** **16** **]**
钋 [-]

钋[16]

^{215}Po - (~100 %) [ænd; ənd] - (~5 × 10^{-4} %) [wʌn] . - × 10^{-3} ['sekənd]
^{215}Po **α** **(** **~100** **%** **)** **and** **β** **(** **~5** **×** **10^{-4}** **%** **)** **1** **.** **83** **×** **10^{-3}** **second**
^{215}Po - (~100 %) 和 - (~5 × 10^{-4} %) 1 . - × 10^{-3} 第二

^{215}Po α (~100%) 和 β (~5 × 10^{-4}%) 1.83 × 10^{-3} 秒

[liːd] ^{211}Pb - - . [wʌn] ['mɪnɪts]
Lead **^{211}Pb** **β** **36** **.** **1** **minutes**
带领 ^{211}Pb - - . 1 分钟

铅^{211}Pb β 36.1分钟

['æstətiːn] ^{215}At - ~10^{-4} ['sekənd]
Astatine **^{215}At** **α** **~10^{-4}** **second**
砹 ^{215}At - ~10^{-4} 第二

砹^{215}在α~10^{-4}秒

['bɪzməθ] [-] ^{211}Bi - (- . ['sɛvən] %) [ænd; ənd] - (- . [θriː] %) [ˌtuː'tuː] . - ['mɪnɪts]
Bismuth **[** **16** **]** **^{211}Bi** **α** **(** **99** **.** **7** **%** **)** **and** **β** **(** **0** **.** **3** **%** **)** **2** **.** **15** **minutes**
铋 [-] ^{211}Bi - (- . 7 %) 和 - (- . 3 %) 2 . - 分钟

铋[16] 211Bi α (99.7%) 和 β (0.3%) 2.15 分钟

[pə'ləʊniəm] ^{211}Po - - . - ['sekənd]
Polonium **^{211}Po** **α** **0** **.** **25** **second**
钋 ^{211}Po - - . - 第二

钋^{211}Po α 0.25 秒

['θæliəm] ^{207}Tl - [fɔːr] . - ['mɪnɪts]
Thallium **^{207}Tl** **β** **4** **.** **78** **minutes**
铊 ^{207}Tl - 4 . - 分钟

铊 ^{207}Tl β 4.78 分钟

[liːd] ^{207}Pb — Stable55
Lead **^{207}Pb** **—** **Stable55**
带领 ^{207}Pb — Stable55

铅^{207}Pb — 稳定55

[ðə; ði][juˈreɪniəm] - - Series56
The **Uranium** **-** **235** **Series56**
这 铀 - - Series56

铀-235系列56

[ðə; ði][juˈreɪniəm] ([juˈreɪniəm] - -) ['sɪəriːz] ['prəʊsiːdz] [laɪk] [ðɪs] :

The	Uranium	(	Uranium	-	238	)	Series	proceeds	like	this	:
这	铀	(	铀	-	-	)	系列	收益	喜欢	这	:

铀（铀-238）系列的流程如下：

[ðə; ði] [juˈreɪniəm] - - ['sɪəriːz]

THE	URANIUM	-	238	SERIES
这	铀	-	-	系列

铀-238系列

['elɪmənt] ['sɪmb(ə)l] [ˌreɪdiˈeɪʃn] [hɑːf] - [laɪf]

Element	Symbol	Radiation	Half	-	life
元素	象征	辐射	一半	-	生活

元素符号 辐射 半衰期

[juˈreɪniəm]

Uranium
铀

铀

^{238}U - [fɔːr] . - × - [jˈiəz]

^{238}U	α	4	.	51	×	10^{9}	years
^{238}U	-	4	.	-	×	-	年

^{238}U α 4.51 × 10^{9} 年

['θɔːriəm] ^{234}Th -

Thorium	^{234}Th	β
钍	^{234}Th	-

钍^{234}Th β

- . [wʌn] [deɪz]

24	.	1	days
-	.	1	天

24.1天

[ˌprəʊtækˈtɪniəm] [-] ^{234}Pa -

Protactinium	[	17	]	^{234}Pa	β
镤	[	-	]	^{234}Pa	-

镤[17] ^{234}Pa β

[wʌn] . - ['mɪnɪts]

1	.	18	minutes
1	.	-	分钟

1.18分钟

[juˈreɪniəm] ^{234}U - [ˌtuːˈtuː] . - × - [jˈiəz]

Uranium	^{234}U	α	2	.	48	×	10^{5}	years
铀	^{234}U	-	2	.	-	×	-	年

铀 ^{234}U α 2.48 × 10^{5} 年

['θɔːriəm] ^{230}Th - ['sɛvən] . [sɪks] × - [jˈiəz]

Thorium	^{230}Th	α	7	.	6	×	10^{4}	years
钍	^{230}Th	-	7	.	6	×	-	年

钍^{230}Th α 7.6 × 10^{4} 年

['reɪdiəm] ^{226}Ra - [wʌn] . - × - [jˈiəz]

Radium	^{226}Ra	α	1	.	62	×	10^{3}	years
镭	^{226}Ra	-	1	.	-	×	-	年

镭^{226}Ra α 1.62 × 10^{3} 年

['reɪdɒn] ^{222}Rn - [θriː] . - [deɪz]

Radon	^{222}Rn	α	3	.	82	days
氡	^{222}Rn	-	3	.	-	天

氡^{222}Rn α 3.82 天

[pə'ləʊniəm] [-] ^{218}Po - (- . - %) [ænd; ənd] - (- . - %) [θri:] . - ['mɪnɪts]
Polonium **[18]** **^{218}Po** **α (99 . 98 %)** **and** **β (0 . 02 %)** **3 . 05** **minutes**
钋 [-] ^{218}Po - (- . - %) 和 - (- . - %) 3 . - 分钟

钋[18] ^{218}Po α (99.98%) 和 β (0.02%) 3.05 分钟

[li:d] ^{214}Pb - - . [eit] ['mɪnɪts]
Lead **^{214}Pb** **β** **26** **.** **8** **minutes**
带领 ^{214}Pb - - . 8 分钟

铅^{214}Pb β 26.8分钟

['æstəti:n] ^{218}At - [wʌn] . [θri:]['sekəndz; sɪ'kɒndz]
Astatine **^{218}At** **α** **1** **.** **3** **seconds**
砹 ^{218}At - 1 . 3 秒

砹^{218}At α 1.3 秒

['bɪzməθ] [-] ^{214}Bi - (- . - %) [ænd; ənd] - (- . - %) - . ['sɛvən] ['mɪnɪts]
Bismuth **[18]** **^{214}Bi** **β (99 . 96 %)** **and** **α (0 . 04 %)** **19 . 7** **minutes**
铋 [-] ^{214}Bi - (- . - %) 和 - (- . - %) - . 7 分钟

铋[18] 21^{4}Bi β (99.96%) 和 α (0.04%) 19.7 分钟

[pə'ləʊniəm] ^{214}Po - [wʌn] . [sɪks] × 10^{-4} ['sekənd]
Polonium **^{214}Po** **α** **1** **.** **6** **×** **10^{-4}** **second**
钋 ^{214}Po - 1 . 6 × 10^{-4} 第二

钋^{214}Po α 1.6 × 10^{-4} 秒

['θæliəm] ^{210}Tl - [wʌn] . - ['mɪnɪts]
Thallium **^{210}Tl** **β** **1** **.** **32** **minutes**
铊 ^{210}Tl - 1 . - 分钟

铊 21^{0}Tl β 1.32 分钟

[li:d] ^{210}Pb - - [j'iəz]
Lead **^{210}Pb** **β** **22** **years**
带领 ^{210}Pb - - 年

铅^{210}Pbβ 22年

['bɪzməθ] [-] ^{210}Bi - (~100 %) [ænd; ənd] - (~2 × 10^{-4} %) [faɪv] . - [deɪz]
Bismuth **[18]** **^{210}Bi** **β (~100 %)** **and** **α (~2 × 10^{-4} %)** **5 . 0** **days**
铋 [-] ^{210}Bi - (~100 %) 和 - (~2 × 10^{-4} %) 5 . - 天

铋[18] 21^{0}Bi β (~100%) 和 α (~2 × 10^{-4}%) 5.0 天

[pə'ləʊniəm] ^{210}Po - - . [fɔ:r] [deɪz]
Polonium **^{210}Po** **α** **138** **.** **4** **days**
钋 ^{210}Po - - . 4 天

钋^{210}Po α 138.4 天

['θæliəm] ^{206}Tl - [fɔ:r] . - ['mɪnɪts]
Thallium **^{206}Tl** **β** **4** **.** **30** **minutes**
铊 ^{206}Tl - 4 . - 分钟

铊 ^{206}Tl β 4.30 分钟

[li:d] ^{206}Pb . . .
Lead **^{206}Pb** **.** **.** **.**
带领 ^{206}Pb . . .

铅^{206}Pb...

Stable57
Stable57
Stable57

稳定57

[ðə; ði][ju'reɪniəm] - - Series58
The **Uranium** **-** **238** **Series58**
这 铀 - - Series58

铀-238系列58

[sə'dʒestid] ['refərənsɪz]
SUGGESTED **REFERENCES**
建议 参考

建议参考文献

[bʊks]
Books
图书

图书

[haʊ] [əʊld][ɪz][ðə; ði] [ɜːθ] ? , ['pætrɪk] [em] . ['hɜːli] , ['dʌbəldeɪ] & ['kʌmpəni] , [ɪŋk] . , ['gɑːd(ə)n] ['sɪti]
How **Old** **Is** **the** **Earth** **?** **,** **Patrick** **M** **.** **Hurley** **,** **Doubleday** **&** **Company** **,** **Inc** **.** **,** **Garden** **City**
如何 老的 是 这 地球 ? , 帕特里克 M . 赫尔利 , 双日 & 公司 , 公司 . , 花园 城市
,
,
,

地球有多老？，帕特里克·M·赫尔利著，道布尔戴出版社，花园城

[nju:] [jɔːk] , - , - [ˌpiː 'piː] . , $1 . - .
New **York** **,** **1959** **,** **160** **pp** **.** **,** **$1** **.** **25** **.**
新的 约克 , - , - pp . , $1 . - .

纽约，1959 年，160 页，1.25 美元。

[ˌreɪdiəʊ'kɑːbən] ['deɪtɪŋ] (['sekənd] [ɪ'dɪʃ(ə)n]) , ['wɪlərd] [ef] . ['lɪbi] , [ˌjuːnɪ'vɜːsəti][ɒv; əv][ʃɪ'kɑːgəʊ] [pres] ,
Radiocarbon **Dating** **(** **second** **edition** **)** **,** **Willard** **F** **.** **Libby** **,** **University** **of** **Chicago** **Press** **,**
放射性碳 约会 (第二 版) , 威拉德 F . 莉比 , 大学 的 芝加哥 按 ,
[ʃɪ'kɑːgəʊ] , [ˌɪlə'nɔɪz] ,
Chicago **,** **Illinois** **,**
芝加哥 , 伊利诺伊州 ,

放射性碳定年法（第二版），威拉德·F·利比著，芝加哥大学出版社，伊利诺伊州芝加哥市

- , - [ˌpiː 'piː] . , $5 . - (['hɑːdbæk]) ; $1 . - (['peɪpəbæk]) .
1955 **,** **175** **pp** **.** **,** **$5** **.** **00** **(** **hardback** **)** **;** **$1** **.** **95** **(** **paperback** **)** **.**
- , - pp . , $5 . - (精装) ; $1 . - (平装) .

1955 年，175 页，5.00 美元（精装本）；1.95 美元（平装本）。

[ðə; ði] [bɜːθ] [ænd; ənd] [deθ] [ɒv; əv][ðə; ði][sʌn] , [dʒɔːdʒ] ['gæmaʊ] , [ðə; ði]['vaɪkɪŋ] [pres] , [njuː] [jɔːk] ,
The **Birth** **and** **Death** **of** **the** **Sun** **,** **George** **Gamow** **,** **The** **Viking** **Press** **,** **New** **York** **,**
这 出生 和 死亡 的 这 太阳 , 乔治 加莫 , 这 维京人 按 , 新的 约克 ,

《太阳的诞生与死亡》，乔治·伽莫夫著，维京出版社，纽约

- , - [ˌpiː 'piː] . , $4 . - ([aʊt][ɒv; əv][prɪnt][bʌt; bət][ə'veɪləb(ə)l] [θruː] [l'aɪbɹəɹiz]) ,
1949 **,** **238** **pp** **.** **,** **$4** **.** **75** **(** **out** **of** **print** **but** **available** **through** **libraries** **)** **,**
- , - pp . , $4 . - (出去 的 打印 但 可用的 通过 图书馆) ,

1949年，238页，4.75美元（已绝版，但可通过图书馆借阅），

$0 . - (['peɪpəbæk]) [frɒm; frəm][ðə; ði] [njuː] [ə'merɪkən] ['laɪbrəri][ɒv; əv] [wɜːld] ['lɪtrətʃə(r); 'lɪtərətʃə] , [ɪŋk]
$0 **.** **60** **(** **paperback** **)** **from** **the** **New** **American** **Library** **of** **World** **Literature** **,** **Inc**
$0 . - (平装) 从 这 新的 美国人 图书馆 的 世界 文学 , 公司
. , [njuː] [jɔːk] .
. **,** **New** **York** **.**
. , 新的 约克 .

纽约新美国世界文学图书馆公司出版，售价 0.60 美元（平装本）。

[ˌɪn'saɪd][ðə; ði]['njuːkliəs] , ['ɜːvɪŋ] ['ædlə(r)] , [ðə; ði][dʒɒn] [deɪ] ['kʌmpəni] , [ɪŋk] . , [njuː] [jɔːk] , - ,
Inside **the** **Nucleus** **,** **Irving** **Adler** **,** **The** **John** **Day** **Company** **,** **Inc** **.** **,** **New** **York** **,** **1963** **,**
里面 这 核 , 欧文 阿德勒 , 这 约翰 天 公司 , 公司 . , 新的 约克 , - ,

《核心内部》，欧文·阿德勒著，约翰·戴公司，纽约，1963年

- [ˌpiː ˈpiː] . , $4 . - (['hɑːdbæk]) ; $0 . - (['peɪpəbæk]) [frɒm; frəm][ðə; ði] [njuː] [ə'merɪkən]
191 pp . , $4 . 95 (hardback) ; $0 . 60 (paperback) from the New American
- pp . , $4 . - (精装) ; $0 . - (平装) 从 这 新的 美国人
['laɪbrərɪ][ɒv; əv] [wɜːld] ['lɪtrətʃə(r); 'lɪtərətʃə] , [ɪŋk] . , [njuː] [jɔːk] .
Library of World Literature , Inc . , New York .
图书馆 的 世界 文学 , 公司 . , 新的 约克 .

191 页，精装本 4.95 美元；平装本 0.60 美元，纽约新美国世界文学图书馆出版。

['eɪdʒɪz][ɒv; əv] [rɒks] , ['plænɪts] , [ænd; ənd] [stɑːz] , ['henri] [fɔːl] , [mə'grɔː] - [hɪl] [bʊk] ['kʌmpəni] ,
Ages of Rocks , Planets , and Stars , Henry Faul , McGraw - Hill Book Company ,
年龄 的 岩石 , 行星 , 和 星星 , 亨利 福尔 , 麦格劳 - 爬坡道 书 公司 ,
[njuː] [jɔːk] , - , - [ˌpiː 'piː] . , $2 . - .
New York , 1966 , 109 pp . , $2 . 45 .
新的 约克 , - , - pp . , $2 . - .

《岩石、行星和恒星的年龄》，亨利·福尔著，麦格劳-希尔图书公司，纽约，1966 年，109 页，2.45 美元。

['prɪnsəp(ə)lz][ɒv; əv] [dʒiːəʊ'kemɪstrɪ] (['sekənd] [ɪ'dɪʃ(ə)n]) , ['braɪən]['meɪs(ə)n] , [dʒɒn] ['waɪli] & [sʌnz] , [ɪŋk] .
Principles of Geochemistry (second edition) , Brian Mason , John Wiley & Sons , Inc .
原则 的 地球化学 (第二 版) , 布莱恩 石匠 , 约翰 威利 & 儿子们 , 公司 .
, [njuː] [jɔːk] ,
, New York ,
, 新的 约克 ,

地球化学原理（第二版），布莱恩·梅森著，约翰·威利父子出版公司，纽约

- , - [ˌpiː 'piː] . , $7 . - .
1958 , 310 pp . , $7 . 50 .
- , - pp . , $7 . - .

1958 年，310 页，7.50 美元。

([njuː] [ɪ'dɪʃ(ə)n] [djuː] [ɪn] - .)
(New edition due in 1967 .)
(新的 版 到期的 在 - .)

（新版将于1967年出版。）

[pə'tæsiəm] ['ɑːgɒn] ['deɪtɪŋ] , [dʒeɪ] . [eɪtʃ] . [zɑːrɪŋɜˇ] [ænd; ənd][əʊ] . [ə; eɪ] . ['ʃɛfər] , ['sprɪŋə(r)] -
Potassium Argon Dating , J . H . Zahringer and O . A . Schaeffer , Springer -
钾 氩气 约会 , J . H . 扎林格 和 哦 . 一个 . 谢弗 , 施普林格 -
[fɛə'laːk] [njuː] [jɔːk] ,
Verlag New York ,
出版社 新的 约克 ,

钾氩测年法，JH Zahringer 和 OA Schaeffer，Springer-Verlag New York，

[ɪŋk] . , [njuː] [jɔːk] , - , - [ˌpiː 'piː] . , $12 . - .
Inc . , New York , 1966 , 250 pp . , $12 . 50 .
公司 . , 新的 约克 , - , - pp . , $12 . - .

Inc.，纽约，1966 年，250 页，12.50 美元。

['ɑːtɪk(ə)lz]
Articles
文章

文章

[ə; eɪ] [klɒk] [fɔː(r); fə(r)][ðə; ði]['eɪdʒɪz] : [pə'tæsiəm] ['ɑːgɒn] , - [eɪtʃ] . ['kɜːtis] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
A Clock for the Ages : Potassium Argon , Garniss H . Curtis , National Geographic
一个 钟 为了 这 年龄 : 钾 氩气 , - H . 柯蒂斯 , 国家的 地理
[ˌmægə'ziːn] , - : - ([ɒk'təʊbə(r)] -) .
Magazine , 120 : 590 (October 1961) .
杂志 , - : - (十月 -) .

永恒的时钟：钾氩，加尼斯·H·柯蒂斯，《国家地理杂志》，120：590（1961 年 10 月）。

[ɪk'splɔːrɪŋ] [wʌn] , - , - [j'iəz] ['ɪntuː][mænz][pɑːst] , [el] . [es] . [biː] . ['liːki] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
Exploring 1 , 750 , 000 Years into Man's Past , L . S . B . Leakey , National Geographic
探索 1 , - , - 年 进入 男人的 过去的 , L . S . B . 利基 , 国家的 地理
[ˌmægə'ziːn] ,
Magazine ,
杂志 ,

探索人类175万年的历史，LSB Leakey，《国家地理》杂志

- : - ([ɒk'təʊbə(r)] -) .
120 : 564 (October 1961) .
- : - (十月 -) .

120: 564（1961 年 10 月）。

[faɪv] - ['bɪljən] - [jɪə(r)] [klɒk] , ['pætrɪk] [em] . ['hɜːli] , ['sætədeɪ] ['iːvnɪŋ] [pəʊst] , - : - ([mɑːtʃ] -
Five - Billion - Year Clock , Patrick M . Hurley , Saturday Evening Post , 234 : 26 (March 18
五 - 十亿 - 年 钟 , 帕特里克 M . 赫尔利 , 周六 晚上 邮政 , - : - (行进 -
, -) .
, 1961) .
, -) .

五十亿年时钟，帕特里克·M·赫尔利，《星期六晚邮报》，234：26（1961 年 3 月 18 日）。

[ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] [taɪm] [skeɪl] , [dʒeɪ] . ['lɒrəns] [kʌlp] , ['saɪəns] , - : - (['eɪprəl] - , -) .
Geologic Time Scale , J . Laurence Kulp , Science , 133 : 1105 (April 14 , 1961) .
地质 时间 规模 , J . 劳伦斯 库尔普 , 科学 , - : - (四月 - , -) .

地质年代尺度，J. Laurence Kulp，《科学》，133：1105（1961 年 4 月 14 日）。

[dʒi'ɒlədʒi] , ['redʒənəld][ə; eɪ] . ['deɪli] , [ˌsaɪən'tɪfɪk] [ə'merɪkən] , - : - ([sep'tembə(r)] -) .
Geology , Reginald A . Daly , Scientific American , 183 : 36 (September 1950) .
地质学 , 雷金纳德 一个 . 戴利 , 科学 美国人 , - : - (九月 -) .

地质学，雷金纳德·A·戴利，《科学美国人》，183：36（1950 年 9 月）。

[træks] [ɒv; əv] [tʃɑːdʒd] ['pɑːtɪk(ə)lz][ɪn]['sɒlɪdz] , [ɑː(r)] . [el] . ['flaɪʃər] , [piː] . [biː] . [praɪs] , [ænd; ənd][ɑː(r)] .
Tracks of Charged Particles in Solids , R . L . Fleischer , P . B . Price , and R .
轨道 的 带电 颗粒 在 固体 , 拉 . L . 弗莱舍 , P . B . 价格 , 和 拉 .
[em] . ['wɔːkə(r)] ,
M . Walker ,
M . 沃克 ,

固体中带电粒子的径迹，RL Fleischer、PB Price 和 RM Walker，

['saɪəns] , - : - ([dʒʊ'laɪ] - , -) .
Science , 149 : 383 (July 23 , 1965) .
科学 , - : - (七月 - , -) .

科学，149：383（1965 年 7 月 23 日）。

[haʊ] [əʊld][ɪz][ˌaɪ 'tiː] ? , ['laɪmən][dʒeɪ] . [brɪgz] [ænd; ənd] ['kenɪθ] [ef] . ['wiːvə(r)] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
How Old Is It ? , Lyman J . Briggs and Kenneth F . Weaver , National Geographic
如何 老的 是 它 ? , 莱曼 J . 布里格斯 和 肯尼斯 F . 织工 , 国家的 地理
[ˌmægə'ziːn] ,
Magazine ,
杂志 ,

《它有多老？》，莱曼·J·布里格斯和肯尼斯·F·韦弗，《国家地理》杂志

- : - (['ɔːgəst] -) .
114 : 234 (August 1958) .
- : - (八月 -) .

114: 234（1958 年 8 月）。

['muːvɪŋ] ['pɪktʃə(r)][ɒv; əv][ðə; ði][lɑːst][aɪs][eɪdʒ] , ['rɪtʃəd] ['fɒstə(r)] [flɪnt] , ['nætʃ(ə)rəl]['hɪstri; 'hɪstəri] , - :
Moving Picture of the Last Ice Age , Richard Foster Flint , Natural History , 66 :
移动 图片 的 这 最后的 冰 年龄 , 理查德 促进 燧石 , 自然的 历史 , - :
- (['eɪprəl] -) .
188 (April 1957) .
- (四月 -) .

理查德·福斯特·弗林特，《上一个冰河时代的动态影像》，《自然史》，66：188（1957 年 4 月）。

['mɒd(ə)n] ['meθədz] [fɔː(r); fə(r)] ['meʒəmənt] [ɒv; əv][ˌdʒiːə'lɒdʒɪk] [taɪm] , [iː] . [dʒeɪ] . ['zɛlər] , ['mɪnərəl]
Modern Methods for Measurement of Geologic Time , E . J . Zeller , Mineral
现代的 方法 为了 测量 的 地质 时间 , E . J . 泽勒 , 矿物
[ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] ['sɜːvɪs] , - : [naɪn] (['dʒænjuəri] -) .
Information Service , 18 : 9 (January 1965) .
信息 服务 , - : 9 (一月 -) .

现代地质时间测量方法，EJ Zeller，矿物信息服务，18: 9（1965 年 1 月）。

['sɪŋg(ə)l] ['kɒpiz] [ɑː(r); ə(r)] $0 . - [frɒm; frəm][dɪ'vɪʒ(ə)n][ɒv; əv][maɪnz][ænd; ənd][dʒi'ɒlədʒi] , ['feri] -
Single copies are $0 . 10 from Division of Mines and Geology , Ferry -
单身的 副本 是 $0 . - 从 分配 的 矿山 和 地质学 , 渡船 -
['bɪldɪŋ] , [sæn; sɑːn][fræn'sɪskəʊ] , [ˌkælə'fɔːniə] - .
Building , San Francisco , California 94111 .
建筑 , 圣 弗朗西斯科 , 加利福尼亚州 - .

单份售价 0.10 美元，可从加利福尼亚州旧金山渡轮大厦矿业地质局购买，邮编 94111。

['fluːtɪd] [prə'dʒektaɪl] [pɔɪnts] : [ðeə(r)][eɪdʒ][ænd; ənd] [dɪ'spɜːʃn] , [siː] . [væns] [heɪnz] , [ˌdʒeɪ 'ɑːr] . ,
Fluted Projectile Points : Their Age and Dispersion , C . Vance Haynes , Jr . ,
['saɪəns] , - : - ([sep'tembə(r)] - , -) .
Science , 145 : 1408 (September 25 , 1964) .
科学 , - : - (九月 - , -) .

带凹槽的投射点：它们的年代和分布，C. Vance Haynes, Jr.，《科学》，145：1408（1964 年 9 月 25 日）。

[ʌn'rævlɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] [ɜːθ] [ænd; ənd][mæn] , [iː] . [el] . ['saɪmənz] , ['nætʃ(ə)rəl]['hɪstri; 'hɪstəri] , - :
Unraveling the Age of Earth and Man , E . L . Simons , Natural History , 76 :
解体 这 年龄 的 地球 和 男人 , E . L . 西蒙斯 , 自然的 历史 , - :
- (['februəri] -) . -
52 (February 1967) . 59
- (二月 -) . -

《揭开地球与人类的年龄》，EL Simons，《自然史》，76：52（1967年2月）。59

[ˌreɪdiəʊ'kɑːbən] ['deɪtɪŋ] [ænd; ənd] [ˌɑːki'ɒlədʒi] [ɪn] [nɔːθ] [ə'merɪkə] , [ef] . ['dʒɒnsn] , ['saɪəns] , - : -
Radiocarbon Dating and Archeology in North America , F . Johnson , Science , 155 : 165
放射性碳 约会 和 考古学 在 北 美国 , F . 约翰逊 , 科学 , - : -
(['dʒænjuəri] - , -) .
(January 13 , 1967) .
(一月 - , -) .

北美放射性碳年代测定与考古学，F. Johnson，《科学》，155：165（1967 年 1 月 13 日）。

['fɪʃ(ə)n] - [træk] ['deɪtɪŋ] [ɒv; əv][bed][aɪ] , ['oʊldəˌvaɪ] [gɔːdʒ] , [ɑː(r)] . [el] . ['flaɪʃər] [ænd; ənd]['ʌðə(r)z] ,
Fission - track Dating of Bed I , Olduvai Gorge , R . L . Fleischer and others ,
裂变 - 追踪 约会 的 床 我 , 奥杜瓦伊河 峡谷 , 拉 . L . 弗莱舍 和 其他的 ,
['saɪəns] ,
Science ,
科学 ,

奥杜威峡谷第一层岩层的裂变径迹测年，RL Fleischer 等人，《科学》杂志

- : - (['eɪprəl][ˌtuː'tuː] , -) .
146 : 72 (April 2 , 1965) .
- : - (四月 2 , -) .

146: 72（1965 年 4 月 2 日）。

[liːd] ['aɪsətˌəʊps][ænd; ənd][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði] [ɜːθ] , [dʒiː] . [ɑː(r)] . ['tɪltən] [ænd; ənd][ɑː(r)] . [eɪtʃ] .
Lead Isotopes and the Age of the Earth , G . R . Tilton and R . H .
带领 同位素 和 这 年龄 的 这 地球 , G . 拉 . 蒂尔顿 和 拉 . H .
['ʃtaɪgər] ,
Steiger ,
施泰格 ,

铅同位素与地球年龄，GR Tilton 和 RH Steiger，

['saɪəns] , - : - ([dɪ'sembə(r)] - , -) .
Science , 150 : 1805 (December 31 , 1965) .
科学 , - : - (十二月 - , -) .

科学，150：1805（1965 年 12 月 31 日）。

['strɒntiəm; 'strɒnʃiəm] - [ruː'bɪdiəm] [eɪdʒ][ɒv; əv][æn; ən]['aɪən] ['miːtiəraɪt] , [dʒiː] . [dʒeɪ] . ['wɑːsərˌbɜːrg]
Strontium - Rubidium Age of an Iron Meteorite , G . J . Wasserburg
锶 - 铷 年龄 的 一个 铁 陨石 , G . J . 瓦瑟堡
[ænd; ənd]['ʌðə(r)z] , ['saɪəns] , - : - ([dɪ'sembə(r)] - , -) . -
and others , Science , 150 : 1814 (December 31 , 1965) . 60
和 其他的 , 科学 , - : - (十二月 - , -) . -

铁陨石的锶-铷年龄，GJ Wasserburg 等人，《科学》，150：1814（1965 年 12 月 31 日）。60

[ðə; ði]['kʌvə(r)]
THE COVER
这 覆盖

封面

[juː] . [es] . [ˌdʒiːə'lɒdʒɪkl] ['sɜːveɪ] ['saɪəntɪsts][prɪ'peə(r)] [ə'setəliːn] [gæs] , [meɪd] [frɒm; frəm][ðə; ði]['kɑːbən] -
U . S . Geological Survey scientists prepare acetylene gas , made from the carbon -
U . S . 地质 民意调查 科学家 准备 乙炔 气体 , 制成 从 这 碳 -
- [ɪn][ə; eɪ][ˌdʒiːə'lɒdʒɪkl]['spesɪmən] ,
14 in a geological specimen ,
- 在 一个 地质 标本 ,

美国地质调查局的科学家们正在制备乙炔气体，这种气体是由地质标本中的碳-14制成的。

[ɪn][ə; eɪ]['vækjuːm][laɪn] .
in a vacuum line .
在 一个 真空 线 .

在真空管路中。

[ðɪs] [gæs] [wɪl] [biː; bi] [fed] ['ɪntuː][ə; eɪ] [prə'pɔːʃən(ə)l] ['kaʊntə(r)][tuː; tə] [dɪ'tɜːmɪn] [ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv][ðə; ði]
This gas will be fed into a proportional counter to determine the age of the
这 气体 将要 是 美联储 进入 一个 比例 柜台 到 决定 这 年龄 的 这
['spesɪmən][baɪ][ɪts] ^{14}C [kaʊnt] .
specimen by its ^{14}C count .
标本 经过 它是 ^{14}C 数数 .

该气体将被送入比例计数器，通过其 ^{14}C 计数来确定样本的年龄。

([siː] “ ['kɑːbən] - - ['kaʊntɪŋ] ” [bɪ'gɪnɪŋ] [ɒn][peɪdʒ] - .)
(See “ Carbon - 14 Counting ” beginning on page 12 .)
(看 “ 碳 - - 计数 ” 开始 在 页 - .)

（参见第 12 页开始的“碳-14 计数”。）

[ðə; ði] ['ɔːθə(r)]
THE AUTHOR
这 作者

作者

[ˌdʒiːəʊ'fɪzɪsɪst] ['henri] [fɔːl] , [æn; ən] [ɔː'θɒrəti] [ɒn]['njuːkliə(r)] ['deɪtɪŋ] ,
Geophysicist Henry Faul , an authority on nuclear dating ,
地球物理学家 亨利 福尔 , 一个 权威 在 核 约会 ,

地球物理学家亨利·福尔是核测年法领域的权威，

[ɪz] [prə'fesə(r)] [ɒv; əv] [ˌdʒi:əʊ'fɪzɪks] [ænd; ənd] ['tʃeəmən] [ɒv; əv] [ðə; ði] [dɪ'pɑ:tmənt] [ɒv; əv] [dʒi'ɒlədʒi] [æt; ət]

is	professor	of	Geophysics	and	chairman	of	the	Department	of	Geology	at
是	教授	的	地球物理学	和	主席	的	这	部门	的	地质学	在

[ðə; ði] [ˌju:nɪ'vɜ:səti] [ɒv; əv] [ˌpensl'veɪniə] , [ˌfɪlə'delfiə] .

the	University	of	Pennsylvania	,	Philadelphia	.
这	大学	的	宾夕法尼亚州	,	费城	.

他是宾夕法尼亚大学地球物理学教授兼地质系主任。

[hi:; hi] [həʊldz] [ə; eɪ] ['dɒktərəl] [dɪ'gri:] [frɒm; frəm] [ðə; ði] [ˌmæsə'tʃu:sɪts] ['ɪnstɪtju:t] [ɒv; əv] [tek'nɒlədʒi] ,

He	holds	a	doctoral	degree	from	the	Massachusetts	Institute	of	Technology	,
他	持有	一个	博士	程度	从	这	马萨诸塞州	研究所	的	技术	,

他拥有麻省理工学院的博士学位。

[ænd; ənd] [hæz; həz] [tɔ:t] [æt; ət] [ðə; ði] [ˌjʊnə'vɜ:rsəti] [ɒv; əv] ['stæsbə:g; 'strɑ:z-] [ænd; ənd] [bɜ:rn] [ɪn] ['jʊərəp]

and	has	taught	at	the	Universities	of	Strasbourg	and	Bern	in	Europe
和	有	教授	在	这	大学	的	斯特拉斯堡	和	伯尔尼	在	欧洲

.

:

.

他曾在欧洲的斯特拉斯堡大学和伯尔尼大学任教。

['dɑ:ktər; draɪv] . [fɔ:l] [wɒz; wəz] [ə; eɪ] [ˌdʒi:əʊ'fɪzɪsɪst] [wɪð] [ðə; ði] [ˌmæn'hætn] ['prɒdʒekt; prə'dʒekt] ['djʊərɪŋ]

Dr	.	Faul	was	a	geophysicist	with	the	Manhattan	Project	during
博士	.	福尔	曾是	一个	地球物理学家	和	这	曼哈顿	项目	期间

[wɜ:ld] [wɔ:(r)] [ˌaɪ 'aɪ] ,

World	War	II	,
世界	战争	二	,

福尔博士是二战期间曼哈顿计划的地球物理学家。

[ænd; ənd] [wɒz; wəz] ['fɔ:məli] [tʃi:f] [ɒv; əv] [ðə; ði] [ˌreɪdi'eɪʃn] [lə'bɒrətri] , [ju:] . [es] . [ˌdʒi:ə'lɒdʒɪkl] ['sɜ:veɪ]

and	was	formerly	chief	of	the	Radiation	Laboratory	,	U	.	S	.	Geological	Survey
和	曾是	以前	首席	的	这	辐射	实验室	,	U	.	S	.	地质	民意调查

, ['denvə(r)] , [ˌkɒlə'rɑ:dəʊ] .

,	Denver	,	Colorado	.
,	丹佛	,	科罗拉多州	.

他曾任美国地质调查局（位于科罗拉多州丹佛市）辐射实验室主任。

[fɔ:(r); fə(r)] ['meni] [j'iəz] [hi:; hi] [wɒz; wəz] [ɪn'geɪdʒd] [ɪn] [ˌdʒi:ə'lɒdʒɪkl] [eɪdʒ] [dɪˌtɜ:mɪ'neɪʃ(ə)n] [wɜ:k] [wɪð] [ðə; ði]

For	many	years	he	was	engaged	in	geological	age	determination	work	with	the
为了	许多	年	他	曾是	已订婚的	在	地质	年龄	决心	工作	和	这

[ˌdʒi:ə'lɒdʒɪkl] ['sɜ:veɪ] [ænd; ənd] [ðə; ði] ['kɑ:nəgi] [ˌɪnstɪ'tju:ʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['wɒʃɪŋtən] [ɪn] ['wɒʃɪŋtən] ,

Geological	Survey	and	the	Carnegie	Institution	of	Washington	in	Washington	,
地质	民意调查	和	这	卡内基	机构	的	华盛顿	在	华盛顿	,

多年来，他一直在华盛顿的地质调查局和卡内基科学研究所从事地质年代测定工作。

[di:] . [si:] . -

D	.	C	.	61
D	.	C	.	-

DC61

['fəʊtəʊ] ['kredɪts]

PHOTO	CREDITS
照片	学分

图片来源

['frʌntɪspi:s] ['kɜ:təsi] [ˌænθrə'pɒlədʒi] [dɪ'pɑ:tmənt] , ['sʌðən] ['meθədɪst] [ju:nɪ'vɜ:səti] ([ˌɛsˌɛm'ju:])

Frontispiece	courtesy	Anthropology	Department	,	Southern	Methodist	University	(	SMU	)
卷首插图	礼貌	人类学	部门	,	南方	卫理公会	大学	(	smu	)

卷首插图由南方卫理公会大学（SMU）人类学系提供。

['kʌvə(r)]['fəʊtəʊ] ['kɜːtəsi] [juː] . [es] . [ˌdʒiːə'lɒdʒɪkl] ['sɜːveɪ] （ ['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs] ）

Cover	photo	courtesy	U	.	S	.	Geological	Survey	(	USGS	)
覆盖	照片	礼貌	U	.	S	.	地质	民意调查	（	美国地质调查局	）

封面照片由美国地质调查局（USGS）提供

[peɪdʒ]

Page
页

页

- ['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs]

11	USGS
-	美国地质调查局

11 美国地质调查局

- ['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs]

12	USGS
-	美国地质调查局

12 美国地质调查局

- , - , - ['wɪlərd] [ef] . ['lɪbi]

14	,	16	,	17	Willard	F	.	Libby
-	,	-	,	-	威拉德	F	.	莉比

14、16、17 威拉德·F·利比

- [ˌjuːnɪ'vɜːsəti][ɒv; əv][ˌærɪ'zəʊnə]

18	University	of	Arizona
-	大学	的	亚利桑那

18 亚利桑那大学

- [ˌmæsə'tʃuːsɪts] ['ɪnstɪtjuːt] [ɒv; əv] [tek'nɒlədʒi]

21	Massachusetts	Institute	of	Technology
-	马萨诸塞州	研究所	的	技术

21 麻省理工学院

- ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] [rɪ'sɜːtʃ] ['sentə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]

22	Graduate	Research	Center	of	the	Southwest
-	毕业	研究	中心	的	这	西南

西南研究生研究中心 22

- ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] [rɪ'sɜːtʃ] ['sentə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]

23	Graduate	Research	Center	of	the	Southwest
-	毕业	研究	中心	的	这	西南

西南研究生研究中心 23

- ['rɒbət] [el] . ['flaɪʃər]

25	Robert	L	.	Fleischer
-	罗伯特	L	.	弗莱舍

25 罗伯特·L·弗莱舍

- ['pɜːrkɪn] - ['elmə(r)] [ˌkɔːpə'reɪʃ(ə)n]

26	Perkin	-	Elmer	Corporation
-	珀金	-	埃尔默	公司

26 珀金埃尔默公司

- [ˌjuːnɪ'vɜːsəti][ɒv; əv] ['teksəs]

30	University	of	Texas
-	大学	的	德克萨斯州

30 德克萨斯大学

- ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] [rɪ'sɜːtʃ] ['sentə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]

32	Graduate	Research	Center	of	the	Southwest
-	毕业	研究	中心	的	这	西南

西南研究生研究中心 32

- [ˌmæsə'tʃuːsɪts] ['ɪnstɪtjuːt] [ɒv; əv] [tek'nɒlədʒi]
36 Massachusetts Institute of Technology
- 马萨诸塞州 研究所 的 技术

36 麻省理工学院

- [dez] ['bɑːtlɪt] , ['ɑːmənd] ['denɪs] [prə'dʌkʃ(ə)nz]
40 Des Bartlett , Armand Denis Productions
- 德斯 巴特利特 , 阿曼德 丹尼斯 作品

40 德斯·巴特利特，阿曼德·丹尼斯制作公司

- [ˌænθrə'pɒlədʒi] [dɪ'pɑːtmənt] , [ˌɛsˌɛm'juː]
43 Anthropology Department , SMU
- 人类学 部门 , smu

43 新加坡管理大学人类学系

- ['juː'ɛsˌdʒiː'ɛs]
44 USGS
- 美国地质调查局

44 美国地质调查局

- ['juː'ɛsˌdʒiː'ɛs]
47 USGS
- 美国地质调查局

47 美国地质调查局

- ['ɔːθərz] ['fəʊtəʊ] ['kɜːtəsi] ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] [rɪ'sɜːtʃ] ['sentə(r)][ɒv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]
59 Author's photo courtesy Graduate Research Center of the Southwest
- 作者的 照片 礼貌 毕业 研究 中心 的 这 西南

59 作者照片由西南研究生研究中心提供

['fʊtnoʊt]
Footnotes
脚注

脚注

[[wʌn]] [wɜːdz] [ə'piəriŋ] [ɪn] [smɔːl] ['kæpɪt(ə)l] ['lɛtəz] [ɑː(r); ə(r)] [dɪ'faɪnd] [ɪn][ðə; ði] ['glɒsəri]
[1] Words appearing in SMALL CAPITAL LETTERS are defined in the Glossary
[1] 字 出现 在 小的 首都 信件 是 定义 在 这 词汇表
[bɪ'gɪnɪŋ] [ɒn][peɪdʒ] - .
beginning on page 49 .
开始 在 页 - .

[1]以小写字母出现的单词在第 49 页开始的词汇表中定义。

[[ˌtuː'tuː]] [ðə; ði]['prəʊses][ɒv; əv]['nætʃ(ə)rəl][ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɪz] [dɪ'skraɪbd] [ɪn][ðə; ði] [ə'pendɪks]
[2] The process of natural radioactive decay is described in the Appendix
[2] 这 过程 的 自然的 放射性 衰变 是 描述 在 这 附录
[bɪ'gɪnɪŋ] [ɒn][peɪdʒ] - .
beginning on page 52 .
开始 在 页 - .

[2]天然放射性衰变的过程在附录中从第 52 页开始描述。

[[θriː]] [ðə; ði][juː] . [es] . [wɔː(r)] [dɪ'pɑːtmənt] ['prəʊgræm]['djʊərɪŋ] [wɜːld] [wɔː(r)][ˌaɪ 'aɪ] [ðæt] [dɪ'veləpt]
[3] The U . S . War Department program during World War II that developed
[3] 这 U . S . 战争 部门 程序 期间 世界 战争 二 那 发达
[ðə; ði][fɜːst]['njuːkliə(r)] ['wepənz] .
the first nuclear weapons .
这 第一的 核 武器 .

[3]二战期间美国战争部开发第一批核武器的项目。

[[fɔːr]] [drɔːn] [tuː; tə] [skeɪl] ,
[4] Drawn to scale ,
[4] 绘制 到 规模 ,

[4]按比例绘制，

[ðə; ði] [həʊl] [eɪdʒ][ɒv; əv][mæn][ɪz] [ˌreprɪ'zentɪd] [baɪ] [les] [ðæn; ðən][ðə; ði][wɪdθ; wɪtθ][ɒv; əv][ðə; ði][laɪn] .

the	whole	age	of	man	is	represented	by	less	than	the	width	of	the	line	.
这	所有的	年龄	的	男人	是	代表	经过	较少的	比	这	宽度	的	这	线	.

整个人类历史的尺度甚至小于这条线的宽度。

[[faɪv]] [fɔː(r); fə(r)][mɔː(r)] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [ɒn][ðə; ði] ['strʌktʃə(r)] [ɒv; əv]['ætəmz] , [siː] ['aʊə(r)] [ə'tɒmɪk] [wɜːld] ,

[	5	]	For	more	information	on	the	structure	of	atoms	,	see	Our	Atomic	World	,
[	5	]	为了	更多的	信息	在	这	结构	的	原子	,	看	我们的	原子	世界	,

[5]有关原子结构的更多信息，请参阅《我们的原子世界》，

[ə; eɪ] [kəm'pænjən] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪəriːz] .

a	companion	booklet	in	this	series	.
一个	伴侣	小册子	在	这	系列	.

本系列配套手册。

[[sɪks]] [frɒm; frəm][ðə; ði] [tʃɑːt] [ɒv; əv][ðə; ði] ['njuːklaɪd] , [prɪ'peəd] [baɪ]['deɪvɪd][tiː] . [gəuld,mən] , [nəul]

[	6	]	From	the	Chart	of	the	Nuclides	,	prepared	by	David	T	.	Goldman	,	Knolls
[	6	]	从	这	图表	的	这	核素	,	准备	经过	大卫	T	.	高盛	,	小山丘

[ə'tɒmɪk] ['paʊə(r)] [lə'bɒrətri] , ['ɔːgəst] - .

Atomic	Power	Laboratory	,	August	1964	.
原子	力量	实验室	,	八月	-	.

[6]摘自大卫·T·戈德曼于1964年8月在诺尔斯原子能实验室编制的核素图表。

[['sɛvən]] [ðɪs] [dɪ'keɪ] ['prəʊses] ['prəʊsiːdz] [ɪn][ə; eɪ]['sɪəriːz][ɒv; əv] [steps] ,

[	7	]	This	decay	process	proceeds	in	a	series	of	steps	,
[	7	]	这	衰变	过程	收益	在	一个	系列	的	步骤	,

[7]这种衰变过程分一系列步骤进行，

['djʊərɪŋ] [wɪtʃ] [sɪks] ['ælfə] ['pɑːtɪk(ə)lz][ænd; ənd][fɔːr]['biːtə]['pɑːtɪk(ə)lz][ɑː(r); ə(r)] [i'mɪtɪd] .

during	which	6	alpha	particles	and	4	beta	particles	are	emitted	.
期间	哪个	6	阿尔法	颗粒	和	4	测试版	颗粒	是	发射	.

在此过程中，会发射出 6 个 α 粒子和 4 个 β 粒子。

([siː] [ə'pendɪks] .)

(	See	Appendix	.	)
(	看	附录	.	)

（参见附录。）

[[eɪt]] [nemd] ['ɑːftə(r)][ðeə(r)][krɪ'eɪtə(r)] , [dʒɒn]['neɪpɪə(r)] , [ə; eɪ] ['skɒtɪʃ] [ˌmæθəmə'tɪʃn] (- - -

[	8	]	Named	after	their	creator	,	John	Napier	,	a	Scottish	mathematician	(	1550	-	1617
[	8	]	命名	后	他们的	创作者	,	约翰	纳皮尔	,	一个	苏格兰	数学家	(	-	-	-

) , [huː] ['ɔːlsəʊ] [ɪn'ventɪd] [ðə; ði]['desɪm(ə)l] [pɔɪnt] .

)	,	who	also	invented	the	decimal	point	.
)	,	WHO	还	发明	这	小数	观点	.

[8]它们以发明者约翰·纳皮尔（John Napier）的名字命名，他是一位苏格兰数学家（1550-1617），也是小数点的发明者。

[[naɪn]] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə] [dɪ'tɜːmɪn] [ðə; ði][hɑːf] - [laɪf][ɒv; əv] ^{14}C [ɪg'zæktli] .

[	9	]	It	is	difficult	to	determine	the	half	-	life	of	^{14}C	exactly	.
[	9	]	它	是	难的	到	决定	这	一半	-	生活	的	^{14}C	确切地	.

[9]很难准确确定^{14}C的半衰期。

[ɪn][ðə; ði] ['ɜːli] [deɪz] [ɒv; əv] ^{14}C ['deɪtɪŋ] , [ɪn]['ɔːdə(r)][nɒt][tuː; tə] [dɪ'leɪ] [kən'tɪnjuːd] [wɜːk] ,

In	the	early	days	of	^{14}C	dating	,	in	order	not	to	delay	continued	work	,
在	这	早期的	天	的	^{14}C	约会	,	在	命令	不是	到	延迟	持续	工作	,

在^{14}C测年法的早期，为了不耽误后续工作，

[æn; ən] ['ɑ:bɪtrəri] ['vælju:][ɒv; əv] - [j'iəz] [wɒz; wəz] ['tʃəʊzn] [ænd; ənd] [ðɪs] ['vælju:][ɪz] [stɪl] [ju:st] [ɪn]
an **arbitrary** **value** **of** **5568** **years** **was** **chosen** **and** **this** **value** **is** **still** **used** **in**
一个 随意的 价值 的 - 年 曾是 选定 和 这 价值 是 仍然 用过的 在
[kˌælkjʊl'eɪʃənz] .
calculations **.**
计算 .

任意选取了 5568 年这个数值，并且这个数值至今仍在计算中使用。

[-] [ðɪs] [mi:nz] [ðæt] [ju'reɪniəm] [di'kei] [θru:] [sək'sesɪv] [steps] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][ɪn'taɪə(r)]
[10] **This** **means** **that** **uranium** **decays** **through** **successive** **steps** **in** **which** **the** **entire**
[-] 这 方法 那 铀 衰变 通过 连续 步骤 在 哪个 这 全部的
['sɪəri:z] [ɪ'mɪts] [eɪt] ['ælfə] ['pɑ:tɪk(ə)lz] .
series **emits** **eight** **alpha** **particles** **.**
系列 发出 八 阿尔法 颗粒 .

[10]这意味着铀通过连续的步骤衰变，整个衰变过程会释放八个α粒子。

([si:] [ə'pendɪks] .)
(See Appendix .)
(看 附录 .)

（参见附录。）

[-] [rɪ'membə(r)] , [ðɪs] [ɪ'nɔ:məs] ['pɪəriəd][ɒv; əv][taɪm][ɪz][ə; eɪ] ['meʒə(r)] [ɒv; əv][ðə; ði] [reɪt] [ɒv; əv]
[11] **Remember** **,** **this** **enormous** **period** **of** **time** **is** **a** **measure** **of** **the** **rate** **of**
[-] 记住 , 这 巨大的 时期 的 时间 是 一个 措施 的 这 速度 的
[spɒn'teɪnɪəs] ['fɪʃ(ə)n] ,
spontaneous **fission** **,**
自发的 裂变 ,

[11]记住，这段漫长的时间是衡量自发分裂速率的指标，

[nɒt][ɒv; əv][ðə; ði][eɪdʒ][ɒv; əv] ^{238}U .
not **of** **the** **age** **of** **^{238}U** **.**
不是 的 这 年龄 的 ^{238}U .

未达到^{238}U的年龄。

[-] [ðə; ði] ['ri:niəm] - ['ɒzmiəm] [ski:m] [ɪz] [ʃəʊn] [bɪ'ləʊ] [ðə; ði] ['dɒtɪd] [laɪn][bɪ'kəz; bɪ'kɒz][ðə; ði]
[12] **The** **rhenium** **-** **osmium** **scheme** **is** **shown** **below** **the** **dotted** **line** **because** **the**
[-] 这 铼 - 锇 方案 是 所示 以下 这 虚线 线 因为 这
['meθəd] [ɪz] [stɪl] [ɪn][æn; ən] ['ɜ:li] [ɪkˌsperɪ'ment(ə)l][steɪdʒ][ænd; ənd][ɪts]['dʒen(ə)rəl][ju:'tɪləti][ɪz][nɒt] [jet]
method **is** **still** **in** **an** **early** **experimental** **stage** **and** **its** **general** **utility** **is** **not** **yet**
方法 是 仍然 在 一个 早期的 实验 阶段 和 它是 一般的 公用事业 是 不是 然而
[ɪ'stæblɪʃt] .
established **.**
已确立的 .

[12]铼-锇方案显示在虚线下方，因为该方法仍处于早期实验阶段，其普遍适用性尚未确定。

[-] [fɔ:(r); fə(r)][mɔ:(r)][ɒn] [ðɪs] ['fæməli][ɒv; əv] ['elɪmənts] , [si:] [reə(r)] [ɜ:θ] , [ðə; ði][frə'tɜ:n(ə)l] [ˌfɪf'ti:n]
[13] **For** **more** **on** **this** **family** **of** **elements** **,** **see** **Rare** **Earths** **,** **The** **Fraternal** **Fifteen**
[-] 为了 更多的 在 这 家庭 的 元素 , 看 稀有的 地球 , 这 兄弟 十五
,
,
,

[13]有关该元素家族的更多信息，请参阅稀土元素、十五个同族元素。

[ə; eɪ][kəm'pænjən] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪəri:z] .
a **companion** **booklet** **in** **this** **series** **.**
一个 伴侣 小册子 在 这 系列 .

本系列配套手册。

[-] [fɔ:(r); fə(r)][ə; eɪ]['fʊlə(r)][ˌeksplə'neɪʃ(ə)n][ɒv; əv][ðə; ði] ['fɪʃ(ə)n] ['prəʊses] , [si:] ['aʊə(r)][ə'tɒmɪk] [wɜ:ld] ,
[14] For a fuller explanation of the fission process , see Our Atomic World ,
[-] 为了 一个 更丰满 解释 的 这 裂变 过程 , 看 我们的 原子 世界 ,
[ə'nʌðə(r)] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪəri:z] .
another booklet in this series .
其他 小册子 在 这 系列 .

[14]有关裂变过程的更完整解释，请参阅本系列的另一本小册子《我们的原子世界》。

[-] ['nju:trɔnz] [ðæt] [hæv; həv][hæd; həd][ðeə(r)] [spi:d] [rɪ'dju:st] [baɪ] ['pɑ:sɪŋ] [θru:] [ə; eɪ]
[15] Neutrons that have had their speed reduced by passing through a
[-] 中子 那 有 有 他们的 速度 减少 经过 通过 通过 一个
['mɒdəreɪtə(r)] (['græfaɪt] ,
moderator (graphite ,
主持人 (石墨 ,

[15]通过慢化剂（石墨）降低速度的中子，

[fɔ:(r); fə(r)][ɪg'zɑ:mp(ə)l]) [wɪtʃ] [ɪz] [bɪlt] ['ɪntu:] ['evri] [rɪ'æktə(r)][tu:; tə] [ə'kʌmplɪʃ] [ðɪs] ['veri] [θɪŋ] .
for example) which is built into every reactor to accomplish this very thing .
为了 例子) 哪个 是 建造 进入 每一个 反应堆 到 完成 这 非常 事物 .

例如）每个反应堆都内置了这种机制来实现这一目标。

[fɔ:(r); fə(r)][mɔ:(r)][ə'baʊt] [haʊ] [ðɪs] [ɪz] [dʌn] , [si:] ['nju:kliə(r)] [r'ɪæktəz] [ænd; ənd] [rɪ'sɜ:tʃ] [r'ɪæktəz] ,
For more about how this is done , see Nuclear Reactors and Research Reactors ,
为了 更多的 关于 如何 这 是 完毕 , 看 核 反应堆 和 研究 反应堆 ,

有关如何实现这一目标的更多信息，请参阅《核反应堆和研究反应堆》

[kəm'pænjən] ['buklɪts] [ɪn] [ðɪs] ['sɪəri:z] .
companion booklets in this series .
伴侣 小册子 在 这 系列 .

本系列配套小册子。

[-] [nəʊt] [ðæt] [sʌm; səm][ˌreɪdiəʊ'nu:klaɪdz] ['sʌmtaɪmz] [dɪ'keɪ] [baɪ][wʌn] ['meθəd] , ['sʌmtaɪmz] [baɪ]
[16] Note that some radionuclides sometimes decay by one method , sometimes by
[-] 笔记 那 一些 放射性核素 有时 衰变 经过 一 方法 , 有时 经过
[ə'nʌðə(r)] .
another .
其他 .

[16]注意，有些放射性核素有时通过一种方法衰变，有时通过另一种方法衰变。

[fɔ:(r); fə(r)][ɪg'zɑ:mp(ə)l] , - . [eit] % [ɒv; əv][ðə; ði]['nju:kliaɪ][ɒv; əv][æk'tɪniəm] - - [i'mɪt] [ə; eɪ]['bi:tə]
For example , 98 . 8 % of the nuclei of actinium - 227 emit a beta
为了 例子 , - . 8 % 的 这 细胞核 的 锕 - - 发射 一个 测试版
['pɑ:tɪk(ə)l][tu:; tə] [fɔ:m] ['θɔ:riəm] - - ;
particle to form thorium - 227 ;
粒子 到 形式 钍 - - ;

例如，98.8%的锕-227原子核会发射β粒子形成钍-227；

[ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] [wʌn] . [ˌtu:'tu:] % [i'mɪt] [æn; ən] ['ælfə] ['pɑ:tɪk(ə)l][tu:; tə] [fɔ:m] ['frænsiəm] - - ;
the remaining 1 . 2 % emit an alpha particle to form francium - 223 ;
这 其余的 1 . 2 % 发射 一个 阿尔法 粒子 到 形式 钫 - - ;

剩余的 1.2% 会释放 α 粒子形成钫-223；

[bəuθ][ɒv; əv] [ði:z] ['dɔ:tə(r)] ['prɒdʌkts] [dɪ'keɪ] [tu:; tə]['reɪdiəm] - - .
both of these daughter products decay to radium - 223 .
两个都 的 这些 女儿 产品 衰变 到 镭 - - .

这两种子产物都会衰变为镭-223。

[-] [sʌm; səm][ɒv; əv][ðə; ði][ˌprəʊtæk'tɪnɪəm] (- . - %) ['tʃeɪndʒɪz][baɪ][æn; ən] [ˌɪntə'miːdɪət] [step] ,
[17] Some of the protactinium (0 . 12 %) changes by an intermediate step ,
[-] 一些 的 这 镁 (- . - %) 变化 经过 一个 中间的 步 ,
[nəʊn] [æz; əz][ˌaɪsə'merɪk][træn'zɪʃ(ə)n] ,
known as isomeric transition ,
已知 作为 异构体 过渡 ,

[17]部分镁(0.12%)通过中间步骤发生变化，称为异构转变，

[ɪn] [wɪtʃ] [ɪts]['njuːkliəs] [ʃɪfts] [tuː; tə][ə; eɪ]['ləʊə(r)] ['enədʒi] [steɪt] .
in which its nucleus shifts to a lower energy state .
在 哪个 它是 核 轮班 到 一个 降低 活力 状态 .

其中原子核跃迁到较低的能量状态。

[ðə; ði]['prəʊses] [dʌz] [nɒt]['ɔːltə(r)][ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] ['peərənt] - ['dɔːtə(r)] [prə'greʃ(ə)n] [ɪn][ðə; ði]['sɪəriːz] .
The process does not alter the remaining parent - daughter progression in the series .
这 过程 做 不是 改变 这 其余的 父母 - 女儿 进展 在 这 系列 .

该过程不会改变系列中剩余的亲女关系发展进程。

[-] [ˌʌndə'gəu] [bəuθ] ['ælfə] [ænd; ənd]['biːtə] [dɪ'keɪ] , [ɪn] ['defɪnət] [prə'pɔːʃ(ə)n] [ɒv; əv] [dɪ'keɪ] [ɪ'vents] ,
[18] Undergoes both alpha and beta decay , in definite proportion of decay events ,
[-] 经历 两个都 阿尔法 和 测试版 衰变 , 在 定 部分 的 衰变 活动 ,
[æz; əz] [ʃəʊn] . -
as shown . 63
作为 所示 . -

[18] 会发生α衰变和β衰变，衰变事件中二者的比例固定，如图所示。63

[ðɪs] ['bʊklət] [ɪz][wʌn][ɒv; əv][ðə; ði] “ [ˌʌndə'stændɪŋ] [ðə; ði]['ætəm] ” ['sɪəriːz] .
This booklet is one of the “ Understanding the Atom ” Series .
这 小册子 是 一 的 这 “ 理解 这 原子 ” 系列 .

这本小册子是“了解原子”系列丛书之一。

['kɒments] [ɑː(r); ə(r)][ɪn'vaɪtɪd][ɒn] [ðɪs] ['bʊklət] [ænd; ənd]['ʌðə(r)z][ɪn][ðə; ði]['sɪəriːz] ;
Comments are invited on this booklet and others in the series ;
评论 是 受邀 在 这 小册子 和 其他的 在 这 系列 ;

欢迎对本手册及本系列其他手册提出意见；

[pliːz] [send][ðem; ðəm][tuː; tə][ðə; ði][dɪ'vɪʒ(ə)n][ɒv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] , [juː] . [es] . [ə'tɒmɪk]
please send them to the Division of Technical Information , U . S . Atomic
['enədʒi] [kə'mɪʃ(ə)n] ,
Energy Commission ,
活力 委员会 ,

请将它们发送至美国原子能委员会技术信息部。

['wɒʃɪŋtən] , [diː] . [siː] . - .
Washington , D . C . 20545 .
华盛顿 , D . C . - .

华盛顿特区 20545。

['pʌblɪʃt] [æz; əz] [pɑːt] [ɒv; əv][ðə; ði][eɪ'iː'siːz][ˌedʒu'keɪʃən(ə)l] [ə'sɪstəns] ['prəʊgræm] , [ðə; ði]['sɪəriːz]
Published as part of the AEC's educational assistance program , the series
[ɪnk'luːdz] [ðiːz] ['taɪtlz] :
includes these titles :
包括 这些 标题 :

作为美国原子能委员会教育援助计划的一部分，该系列丛书包括以下书目：

[ək'seləreɪtəz]
Accelerators
加速器

加速器

['ænɪmlz] [ɪn] [ə'tɒmɪk] [rɪ'sɜ:tʃ]
Animals **in** **Atomic** **Research**
动物 在 原子 研究

原子研究中的动物

[ə'tɒmɪk] ['fju:əl]
Atomic **Fuel**
原子 燃料

原子燃料

[ə'tɒmɪk] ['paʊə(r)] ['seɪfti]
Atomic **Power** **Safety**
原子 力量 安全

原子能安全

['ætəmz] [æt; ət] [ðə; ði] ['saɪəns] [feə(r)]
Atoms **at** **the** **Science** **Fair**
原子 在 这 科学 公平的

科学展览会上的原子

['ætəmz] [ɪn] ['ægrɪkʌltʃə(r)]
Atoms **in** **Agriculture**
原子 在 农业

农业中的原子

['ætəmz] , ['neɪtʃə(r)] , [ænd; ənd] [mæn]
Atoms **,** **Nature** **,** **and** **Man**
原子 , 自然 , 和 男人

原子、自然与人类

[kəɹ'iəz] [ɪn] [ə'tɒmɪk] ['enədʒi]
Careers **in** **Atomic** **Energy**
职业生涯 在 原子 活力

原子能领域的职业

[kəm'pju:təz]
Computers
计算机

计算机

[kən'trəʊld] ['nju:kliə(r)] ['fju:ʒ(ə)n]
Controlled **Nuclear** **Fusion**
受控 核 融合

受控核聚变

[ˌkraɪə'dʒenɪks] , [ðə; ði] [ʌn'kɒmən] [kəʊld]
Cryogenics **,** **The** **Uncommon** **Cold**
低温学 , 这 罕见 寒冷的

低温学，非凡的寒冷

[də'rekt] [kən'vɜ:ʃ(ə)n] [ɒv; əv] ['enədʒi]
Direct **Conversion** **of** **Energy**
直接的 转换 的 活力

能量直接转换

['fɔ:laʊt] [frɒm; frəm] ['nju:kliə(r)] [tests]
Fallout **From** **Nuclear** **Tests**
掉出来 从 核 测试

核试验产生的放射性尘埃

[fu:d] [ˌprezə'veɪʃ(ə)n] [baɪ] [ɪˌreɪdi'eɪʃ(ə)n]
Food **Preservation** **by** **Irradiation**
食物 保存 经过 辐射

辐照保藏食品

[dʒə'netɪk] [ɪ'fekts] [ɒv; əv] [ˌreɪdi'eɪʃn]

Genetic	**Effects**	**of**	**Radiation**
基因	效果	的	辐射

辐射的遗传效应

['ɪndeks][tuː; tə][ðə; ðɪ] ['juːˌeɪ'ɛs] ['sɪəriːz]

Index	**to**	**the**	**UAS**	**Series**
指数	到	这	无人机系统	系列

无人机系统系列索引

['lezər]

Lasers
激光

激光

['maɪkrəʊˌstrʌktʃə] [ɒv; əv]['mætə(r)]

Microstructure	**of**	**Matter**
微观结构	的	事情

物质的微观结构

['njuːtrɒn] [ˌæktɪ'veɪʃn] [ə'næləsɪs]

Neutron	**Activation**	**Analysis**
中子	激活	分析

中子活化分析

['nɒndɪs'trʌktɪv] ['testɪŋ]

Nondestructive	**Testing**
非破坏性	测试

无损检测

['njuːkliə(r)] [klɒks]

Nuclear	**Clocks**
核	时钟

核钟

['njuːkliə(r)] ['enədʒi] [fɔː(r); fə(r)] [diː'sɔːltɪŋ]

Nuclear	**Energy**	**for**	**Desalting**
核	活力	为了	脱盐

核能用于海水淡化

['njuːkliə(r)]['paʊə(r)][ænd; ənd] ['mɜːtʃənt] ['ʃɪpɪŋ]

Nuclear	**Power**	**and**	**Merchant**	**Shipping**
核	力量	和	商人	船运

核能与商船

['njuːkliə(r)]['paʊə(r)][plɑːnts]

Nuclear	**Power**	**Plants**
核	力量	植物

核电站

['njuːkliə(r)] [prə'pʌlʃ(ə)n] [fɔː(r); fə(r)] [speɪs]

Nuclear	**Propulsion**	**for**	**Space**
核	推进	为了	空间

太空核动力推进

['njuːkliə(r)] [r'ɪæktəz]

Nuclear	**Reactors**
核	反应堆

核反应堆

['njuːkliə(r)] [tɜːmz] , [ə; eɪ] [briːf] ['glɒsəri]

Nuclear	**Terms**	**,**	**A**	**Brief**	**Glossary**
核	条款	,	一个	简短的	词汇表

核术语简明词汇表

['aʊə(r)] [ə'tɒmɪk] [wɜːld]
Our **Atomic** **World**
我们的 原子 世界

我们的原子世界

['plaʊʃeə(r)]
Plowshare
耜

耜

[pluː'təʊniəm]
Plutonium
钚

钚

['paʊə(r)][frɒm; frəm][ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps]
Power **from** **Radioisotopes**
力量 从 放射性同位素

放射性同位素发电

['paʊə(r)] [r'ɪæktəz] [ɪn] [smɔːl] ['pækɪdʒɪz]
Power **Reactors** **in** **Small** **Packages**
力量 反应堆 在 小的 包裹

小型功率反应堆

[ˌreɪdiəʊ'æktɪv] [weɪsts]
Radioactive **Wastes**
放射性 废物

放射性废物

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ænd; ənd] [laɪf] ['prəʊsesɪz]
Radioisotopes **and** **Life** **Processes**
放射性同位素 和 生活 流程

放射性同位素与生命过程

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ɪn] ['ɪndəstri]
Radioisotopes **in** **Industry**
放射性同位素 在 行业

工业中的放射性同位素

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ɪn]['medsn; 'medɪsn]
Radioisotopes **in** **Medicine**
放射性同位素 在 药品

医学中的放射性同位素

[reə(r)] [ɜːθ]
Rare **Earths**
稀有的 地球

稀土

['riːdɪŋ] [rɪ'sɔːsɪz] [ɪn] [ə'tɒmɪk] ['enədʒi]
Reading **Resources** **in** **Atomic** **Energy**
阅读 资源 在 原子 活力

原子能领域的阅读资源

[rɪ'sɜːtʃ] [r'ɪæktəz]
Research **Reactors**
研究 反应堆

研究反应堆

[snæp] , ['njuːkliə(r)] [speɪs] [r'ɪæktəz]
SNAP **,** **Nuclear** **Space** **Reactors**
折断 , 核 空间 反应堆

SNAP，核空间反应堆

['sɔːsɪz] [ɒv; əv]['njuːkliə(r)]['fjuːəl]
Sources **of** **Nuclear** **Fuel**
来源 的 核 燃料

核燃料来源

[speɪs] [ˌreɪdi'eɪʃn]
Space **Radiation**
空间 辐射

空间辐射

[sɪn'θetɪk] [ˌtrænsjʊə'reɪnɪəm] ['elɪmənts]
Synthetic **Transuranium** **Elements**
合成的 超铀 元素

合成超铀元素

[ðə; ði]['ætəm][ænd; ənd][ðə; ði]['əʊʃ(ə)n]
The **Atom** **and** **the** **Ocean**
这 原子 和 这 海洋

原子与海洋

[ðə; ði] ['kemɪstri] [ɒv; əv][ðə; ði]['nəʊb(ə)l]['gæsɪz]
The **Chemistry** **of** **the** **Noble** **Gases**
这 化学 的 这 高贵 气体

稀有气体的化学性质

[ðə; ði] [fɜːst] [riˈæktə(r)]
The **First** **Reactor**
这 第一的 反应堆

第一反应堆

[həʊl] ['bɒdi] ['kaʊntər]
Whole **Body** **Counters**
所有的 身体 计数器

全身计数器

[jɔː(r); jə(r)] ['bɒdi] [ænd; ənd] [ˌreɪdi'eɪʃn]
Your **Body** **and** **Radiation**
你的 身体 和 辐射

你的身体与辐射

[ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]['kɒpi][ɒv; əv]['eni][wʌn] ['bʊklət] , [ɔː(r)][ɒv; əv][nəʊ][mɔː(r)][ðæn; ðən] [θriː] ['dɪfrənt]
A **single** **copy** **of** **any** **one** **booklet** **,** **or** **of** **no** **more** **than** **three** **different**
一个 单身的 复制 的 任何 一 小册子 , 或者 的 不 更多的 比 三 不同的
['buklits] ,
booklets **,**
小册子 ,

每本小册子只能携带一份，或者最多携带三种不同的小册子。

[meɪ] [biː; bi] [əb'teɪnd] [friː] [baɪ] ['raɪtɪŋ] [tuː; tə] :
may **be** **obtained** **free** **by** **writing** **to** **:**
可能 是 获得 自由的 经过 写作 到 :

可写信至以下地址免费获取：

[juːɛseɪk] , [piː] . [əʊ] . [bɒks] - , [əʊk] [rɪdʒ] , [ˌtenə'siː] -
USAEC **,** **P** **.** **O** **.** **BOX** **62** **,** **OAK** **RIDGE** **,** **TENNESSEE** **37830**
美国原子能委员会 , P . 哦 . 盒子 - , 橡木 岭 , 田纳西州 -

美国原子能委员会，邮政信箱 62，田纳西州橡树岭，邮编 37830

[kəm'pliːt] [sets] [ɒv; əv][ðə; ði]['sɪəriːz][ɑː(r); ə(r)][ə'veɪləb(ə)l][tuː; tə] [skuːl] [ænd; ənd]['pʌblɪk] [laɪ'brerɪən] ,
Complete **sets** **of** **the** **series** **are** **available** **to** **school** **and** **public** **librarians** **,**
完全的 套 的 这 系列 是 可用的 到 学校 和 民众 图书管理员 ,

学校和公共图书馆均可提供该系列丛书的全套资料。

[ænd; ənd][tuː; tə] ['tiːtʃə(r)z] [huː] [kæn; kən] [meɪk] [ðem; ðəm][ə'veɪləb(ə)l][fɔː(r); fə(r)] ['refrəns] [ɔː(r)]

and	to	teachers	who	can	make	them	available	for	reference	or
和	到	教师	WHO	能	制作	他们	可用的	为了	参考	或者

[fɔː(r); fə(r)][juːz][baɪ] [gruːps] .

for	use	by	groups	.
为了	使用	经过	团体	.

并提供给教师，以便他们能够提供这些资料供参考或小组使用。

[rɪ'kwests] [ʃʊd; ʃəd][biː; bi] [meɪd] [ɒn] [skuːl] [ɔː(r)]['laɪbrəri] ['letəhed] [ænd; ənd] ['ɪndɪkeɪt] [ðə; ði]

Requests	should	be	made	on	school	or	library	letterheads	and	indicate	the
请求	应该	是	制成	在	学校	或者	图书馆	信笺抬头	和	表明	这

[prə'pəʊzd] [juːz] .

proposed	use	.
建议的	使用	.

申请应使用学校或图书馆的信笺抬头，并注明用途。

['stjʊdnts] [ænd; ənd] ['tiːtʃə(r)z] [huː] [niːd] ['ʌðə(r)][mə'tɪəriəl][ɒn][spə'sɪfɪk]['æspekts][ɒv; əv]['njuːkliə(r)]

Students	and	teachers	who	need	other	material	on	specific	aspects	of	nuclear
学生	和	教师	WHO	需要	其他	材料	在	具体的	方面	的	核

['saɪəns] ,

science	,
科学	,

需要有关核科学特定方面的其他资料的学生和教师，

[ɔː(r)] ['refərənsɪz] [tuː; tə]['ʌðə(r)] ['riːdɪŋ] [mə'tɪəriəl] , [meɪ] ['ɔːlsəʊ] [raɪt] [tuː; tə][ðə; ði] [əʊk] [rɪdʒ] [ə'dres]

or	references	to	other	reading	material	,	may	also	write	to	the	Oak	Ridge	address
或者	参考	到	其他	阅读	材料	,	可能	还	写	到	这	橡木	岭	地址

.

:
.

如需其他阅读材料，也可写信至橡树岭地址。

[rɪ'kwests] [ʃʊd; ʃəd] [steɪt] [ðə; ði]['tɒpɪk][ɒv; əv] ['ɪntrəst] [ɪg'zæktli] , [ænd; ənd][ðə; ði][juːz] [ɪn'tendɪd] .

Requests	should	state	the	topic	of	interest	exactly	,	and	the	use	intended	.
请求	应该	状态	这	话题	的	兴趣	确切地	,	和	这	使用	故意的	.

申请中应明确说明感兴趣的主题和预期用途。

[ɪn][ɔːl] [rɪ'kwests] , [ɪn'kluːd] “ [zɪp] [kəʊd] ” [ɪn] [rɪ'tɜːn] [ə'dres] .

In	all	requests	,	include	“	Zip	Code	”	in	return	address	.
在	全部	请求	,	包括	“	拉链	代码	”	在	返回	地址	.

所有请求中，请在回邮地址中包含“邮政编码”。

['prɪntɪd] [ɪn][ðə; ði][ju'naɪtɪd] [steɪts] [ɒv; əv] [ə'merɪkə]

Printed	in	the	United	States	of	America
打印	在	这	团结的	各州	的	美国

美国印刷

[juːɛseɪk] [dɪ'vɪʒ(ə)n][ɒv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ɪn'fekʃ(ə)n] [ɪk'stenʃ(ə)n] , [əʊk] [rɪdʒ] , [ˌtenə'siː]

USAEC	Division	of	Technical	Infection	Extension	,	Oak	Ridge	,	Tennessee
美国原子能委员会	分配	的	技术的	感染	扩大	,	橡木	岭	,	田纳西州

美国原子能委员会技术感染推广部，田纳西州橡树岭

[-] [nəʊts]

Transcriber's	Notes
转录员的	笔记

转录者注释

[rɪ'teɪnd] [ˌpʌblɪ'keɪʃn] [ˌɪnfə'meɪʃ(ə)n] [frɒm; frəm][ðə; ði] ['prɪntɪd] [ɪ'dɪʃ(ə)n] : [ðɪs] ['i:buk] [ɪz]['pʌblɪk] -
Retained **publication** **information** **from** **the** **printed** **edition** **:** **this** **eBook** **is** **public** **-**
保留 发布 信息 从 这 打印 版 : 这 电子书 是 民众 -
[də'meɪn][ɪn][ðə; ði] ['kʌntri] [ɒv; əv] [ˌpʌblɪ'keɪʃn] .
domain **in** **the** **country** **of** **publication** **.**
领域 在 这 国家 的 发布 .

保留了印刷版中的出版信息：本电子书在出版国属于公共领域。

[ɪn][ðə; ði][tekst] ['vɜ:ʃ(ə)nz] ['əʊnli] , [tekst][ɪn][ɪ'tælɪks][ɪz] [di:'lɪmɪtɪd] [baɪ] _ [ˌʌndə'skɔ:z] _ .
In **the** **text** **versions** **only** **,** **text** **in** **italics** **is** **delimited** **by** **_** **underscores** **_** **.**
在 这 文本 版本 仅有的 , 文本 在 斜体 是 分隔符 经过 _ 下划线 _ .

仅在文本版本中，斜体文本用下划线分隔。

[ɪn][ðə; ði][tekst] ['vɜ:ʃ(ə)nz] ['əʊnli] , ['su:pəskrɪpt; 'sju:pəskrɪpt][tekst][ɪz][pri:'si:d, pri-][baɪ] ^caret .
In **the** **text** **versions** **only** **,** **superscript** **text** **is** **preceded** **by** **^caret** **.**
在 这 文本 版本 仅有的 , 上标 文本 是 之前 经过 ^caret .

仅在文本版本中，上标文本前面有^插入符号。

[ɪn][ðə; ði][tekst] ['vɜ:ʃ(ə)nz] ['əʊnli] , ['sʌbskrɪpt] [tekst][ɪz][pri:'si:d, pri-][baɪ] _ [ˌʌndə'skɔ:(r)] .
In **the** **text** **versions** **only** **,** **subscript** **text** **is** **preceded** **by** **_** **underscore** **.**
在 这 文本 版本 仅有的 , 下标 文本 是 之前 经过 _ 下划线 .

仅在文本版本中，下标文本前面加下划线。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

听书破万卷
开口如有神